

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМ. В. ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

До захисту допускається
Завідувач кафедри
_____ Скарга-Бандурова І.С.
« ____ » _____ 20__ р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ БАКАЛАВРА
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

НА ТЕМУ:

Система керування побутовим кондиціонером

Освітньо-кваліфікаційний рівень “бакалавр”
Спеціальність 123 – “комп'ютерна інженерія”

Керівник проекту:

(підпис)

Д.О. Недзельський

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

(підпис)

Я.О. Критська

(ініціали, прізвище)

Студент:

(підпис)

Б.В. Кислинський

(ініціали, прізвище)

Група:

КІ-13аД

Севєродонецьк 2017

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
6	Критська Я.О.		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання	05.05	
2	Дослідження об'єкта розробки	19.05-23.05	
3	Розробка інформаційної моделі пристрою	24.05-28.05	
4	Розробка структурної схеми пристрою	29.05 – 03.06	
5	Вибір інтерфейсу користувача та дисплея	04.06-06.06	
6	Розробка блок-схем програм	07.06-10.06	
7	Оформлення пояснювальної записки	10.06-12.06	
8	Захист дипломного проекту	19.06	

Студент _____ Кислинський Б.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Недзельський Д.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту (роботи) бакалавра: 105 с., 22 мал., 5 табл., 37 бібліографічних джерел посилань, 1 додаток.

Об'єкт розробки: система керування кондиціонером.

Мета роботи: Розробка інтелектуальної системи керування кондиціонером.

В проекті виконано:

1. Досліджений об'єкт розробки.
2. Розроблена інформаційна модель пристрою.
3. Розроблена структурна схема пристрою.
4. Вибрані необхідні компоненти.
5. Розроблені алгоритми програми.

Отримано такі результати: розроблено систему керування кондиціонером.

Практичне значення, галузь застосування роботи: результати роботи можуть бути використані при розробці нових кондиціонерів, для використання у побутових цілях.

Ключові слова: МІКРОКОНТРОЛЕР, ДВИГУН ПОСТІЙНОГО СТРУМУ, СИЛОВИЙ КАСКАД, ДАТЧИК, ШІМ, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, АЛГОРИТМ.

Умови одержання дипломного проекту: СНУ ім. В. Даля, пр. Центральний 59-А, м. Сєверодонецьк, 93400.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	5
ВСТУП	7
1 ПРИСТРІЙ І ПРИНЦИП РОБОТИ КОНДИЦІОНЕРА.....	9
1.1 Пристрій кондиціонера.....	9
1.2 Внутрішній блок кондиціонера	12
1.3 Принцип роботи кондиціонера	15
1.4 Функції кондиціонера	18
Основні режими і функції	18
2 ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ	25
Інверторний кондиціонер	26
Широтно-імпульсна модуляція (ШІМ).....	27
Вимоги до параметрів мікроконтролера.....	31
3 ВИБІР МІКРОКОНТРОЛЕРА	32
Типи МК.....	32
Структурні особливості МК.....	33
Сучасні архітектури МК.....	34
Архітектура Cortex	37
Переваги ядра Cortex-M3	39
Обґрунтування обраного мікроконтролера.....	43
Структурна схема мікроконтролера LPC1754	44
4 ЕЛЕКТРОДВИГУНИ.....	45
Безколекторний двигун	45
Управління безколекторними трифазними електродвигунами постійного струму з датчиками Холла	46
Силовий каскад безколекторного трифазного двигуна постійного струму	52
5 БЛОК-СХЕМИ ОСНОВНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.....	55
5.1 Блок-схема «Завдання потужності вентиляторів / режим вентиляції» .	55

5.2 Блок-схема «Перевірка струму компресора»	56
5.3 Блок-схема «Перевірка температури на вулиці»	57
5.4 Блок-схема «Режим обігріву»	58
5.5 Блок-схема «Режим охолодження»	59
6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ	60
6.1.1 Загальні питання з охорони праці	60
6.1.2 Правові та організаційні основи охорони праці	61
6.1.3 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці	64
6.2 Аналіз стану умов праці	66
6.2.1 Вимоги до приміщень	66
6.2.2 Вимоги до організації місця праці	67
6.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці	69
6.3 Виробнича санітарія	70
6.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу	70
6.3.2 Пожежна безпека	73
6.3.3 Електробезпека	77
6.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища	78
6.4.1 Мікроклімат	78
6.4.2 Освітлення	79
6.5 Шум та вібрація, електромагнітне випромінювання	82
6.6 Вентилювання	84
6.7 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій	84
ВИСНОВКИ	93
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ	95
ДОДАТОК	97

ВСТУП

Кондиціонер - пристрій для підтримання оптимальних кліматичних умов у різних приміщеннях.

У найпростішому вигляді, кондиціонер призначений для регулювання і підтримки заданої температури повітря в приміщенні. Найбільш широко кондиціонери використовуються для зниження температури повітря всередині приміщень в жарку пору року і цілий рік в приміщеннях, де утворюється надлишкове тепло (інформаційно-обчислювальні центри, вагони метро, салони літаків, аудиторії, зали для глядачів і т. д.), або потрібна підтримка певної температури (продуктові склади, операційні). Кондиціонери з функцією теплового насоса поряд з охолодженням дозволяють підвищувати температуру повітря в холодну пору року і можуть використовуватися як охолоджуючий і опалювальний прилад. Більш складні установки кондиціонування забезпечені механізмами очищення повітря від забруднюючих частинок, припливу свіжого повітря, зволоження повітря, збагачення повітря киснем і іншими функціями, що підвищують якість повітря. Побутові кондиціонери можна розділити на три групи, виходячи з їх конструкції: віконні, мобільні і спліт системи.

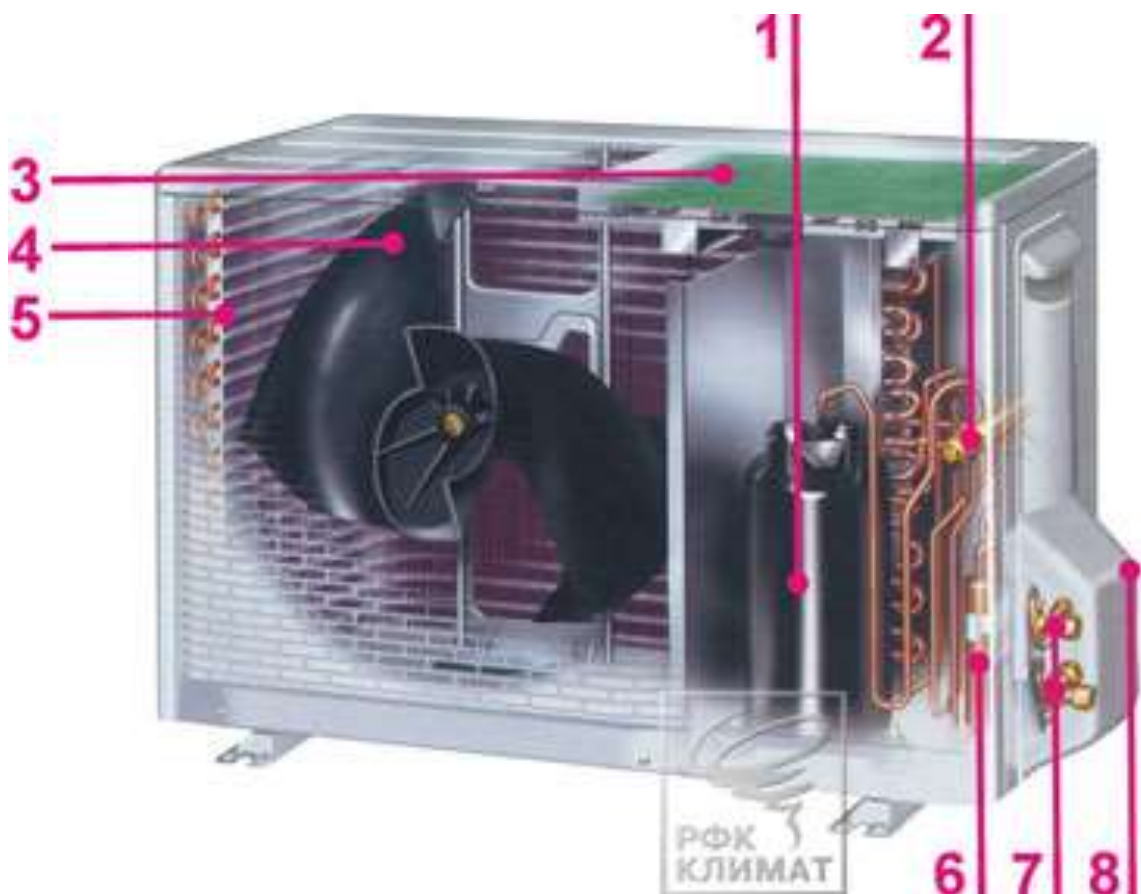
Працездатність людини залежить від внутрішнього клімату приміщень, де він знаходиться. Підвищена / знижена температура, надмірна вологість погано впливають на робочу активність. Для скорочення витрат на тепло багато будинків мають погану природну вентиляцію, при цьому майже не здійснюється рециркуляції повітря і в атмосфері кімнат залишаються пил, дим, токсини, розмножуються цвілеві грибки, віруси і бактерії. Пил утворюється від витирання килимів, осипання частинок фарби зі стін, втрат епітеліальних клітин з поверхні шкіри людини і домашніх тварин, потрапляє з вулиці. Погано провітрюваних приміщеннях можуть стати причиною отруєння фарбами, лаками.

Для вирішення проблеми вентиляції та очищення повітря були створені кондиціонери, оснащені цими функціями і обладнані фільтрами. Кондиціонер збільшує працездатність, в приміщенні з кондиціонером люди відчують себе бадьоріше і активніше. І набагато приємніше робити покупки в магазинах, проводити час в ресторанах і жити в готелях, обладнаних системою кондиціонерів.

1 ПРИСТРІЙ І ПРИНЦИП РОБОТИ КОНДИЦІОНЕРА

1.1 Пристрій кондиціонера

Пристрій кондиціонера розглянемо на прикладі спліт-системи настінного типу. Спліт-системи з іншими типами внутрішніх блоків складаються з тих же вузлів, і відрізняються тільки зовнішнім виглядом.



Малюнок 1.1 - Зовнішній блок кондиціонера

Кондиціонер складається з наступних основних складових:

- Компресор.
- Багатоходовий клапан.
- Плата керування.
- Вентилятор.

- Конденсатор.
- Фільтр фреонової системи.
- Штуцерні з'єднання.
- Захисна швидкоз'ємна кришка.

Компресор

Стискає фреон і підтримує його рух по холодильному контуру. Компресор буває поршневого або спірального (scroll) типу. Поршневі компресори дешевше, але менш надійні, ніж спіральні, особливо в умовах низьких температур зовнішнього повітря.

Чотириходовий клапан

Встановлюється в реверсивних (тепло - холод) кондиціонерах. У режимі обігріву цей клапан змінює напрям руху фреону. При цьому внутрішній і зовнішній блок як би міняються місцями: внутрішній блок працює на обігрів, а зовнішній - на охолодження.

Плата керування

Як правило, встановлюється тільки на інверторних кондиціонерах. У неінверторних моделях всю електроніку намагаються розміщувати у внутрішньому блоці, оскільки великі перепади температури і вологості знижують надійність електронних компонентів.

Вентилятор

Створює потік повітря, що обдуває конденсатор. У недорогих моделях має тільки одну швидкість обертання. Такий кондиціонер може стабільно

працювати в невеликому діапазоні температур зовнішнього повітря. У моделях більш високого класу, розрахованих на широкий температурний діапазон, а також у всіх комерційних кондиціонерах, вентилятор має 2 - 3 фіксованих швидкості обертання або ж плавне регулювання.

Конденсатор

Радіатор, в якому відбувається охолодження і конденсація фреону. Продувається через конденсатор повітря, відповідно, нагрівається.

Фільтр фреонової системи

Встановлюється перед входом компресора і захищає його від мідної крихти і інших дрібних частинок, які можуть потрапити в систему при монтажі кондиціонера. Зрозуміло, якщо монтаж виконаний з порушенням технології і в систему потрапила велика кількість сміття, то фільтр не допоможе.

Штуцерні з'єднання

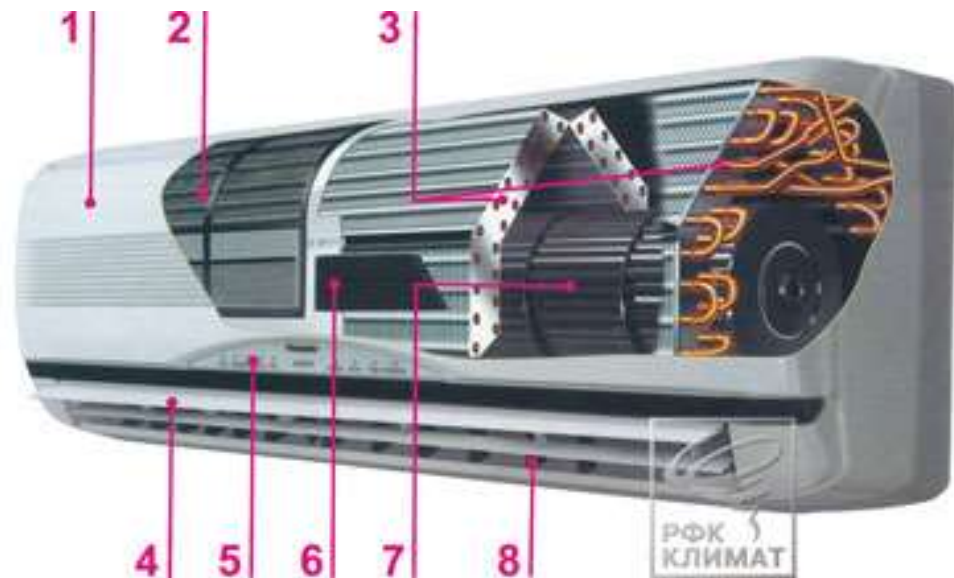
До них підключаються мідні труби, що з'єднують зовнішній і внутрішній блоки.

Захисна швидкоз'ємна кришка

Закриває штуцерні з'єднання і клемник, використовуваний для підключення електричних кабелів. У деяких моделях захисна кришка закриває тільки клемник, а штуцерні з'єднання залишаються зовні.

1.2 Внутрішній блок кондиціонера

Пристрій внутрішнього блоку кондиціонера наведено на малюнку 1.2.



Малюнок 1.2 - Внутрішній блок кондиціонера

Внутрішній блок кондиціонера складається з наступних частин:

- Передня панель.
- Фільтр грубої очистки.
- Випарник.
- Горизонтальні жалюзі.
- Індикаторна панель.
- Фільтр тонкого очищення.
- Вентилятор.
- Вертикальні жалюзі.
- Піддон для конденсату (на малюнку не показаний).
- Плата керування (на малюнку не показана).
- Штуцерні з'єднання (на малюнку не показані).

Передня панель

Являє собою пластикову решітку, через яку всередину блоку надходить повітря. Панель легко знімається для обслуговування кондиціонера (чищення фільтрів і т.і.).

Фільтр грубої очистки

Являє собою пластикову сітку і призначений для затримки крупного пилу, вовни тварин і т.і. Для нормальної роботи кондиціонера фільтр необхідно чистити не рідше двох разів на місяць.

Випарник

Це радіатор, в якому відбувається нагрів холодного фреону і його випаровування. Продувається через радіатор повітря, відповідно, охолоджується.

Горизонтальні жалюзі

Регулюють напрям повітряного потоку по вертикалі. Ці жалюзі мають електропривод і їх положення може регулюватися з пульта дистанційного керування. Крім цього, жалюзі можуть автоматично здійснювати коливальні рухи для рівномірного розподілу повітряного потоку по приміщенню.

Індикаторна панель

На передній панелі кондиціонера встановлені індикатори (світлодіоди), що показують режим роботи кондиціонера і що сигналізують про можливі несправності.

Фільтр тонкого очищення

Буває різних типів: вугільний (видаляє неприємні запахи), електростатичний (затримує дрібний пил) і т.і. Наявність або відсутність фільтрів тонкого очищення ніякого впливу на роботу кондиціонера не має.

Вентилятор

Має 3 - 4 швидкості обертання.

Вертикальні жалюзі

Служать для регулювання напряму повітряного потоку по горизонталі. У побутових кондиціонерах положення цих жалюзі можна регулювати тільки вручну. Можливість регулювання з пульта дистанційного керування є тільки в деяких моделях кондиціонерів преміум-класу.

Піддон для конденсату (на малюнку не показаний)

Розташований під випарником і служить для збору конденсату (води, що утворюється на поверхні холодного випарника). З піддону вода виводиться назовні через дренажний шланг.

Плата керування (на малюнку не показана)

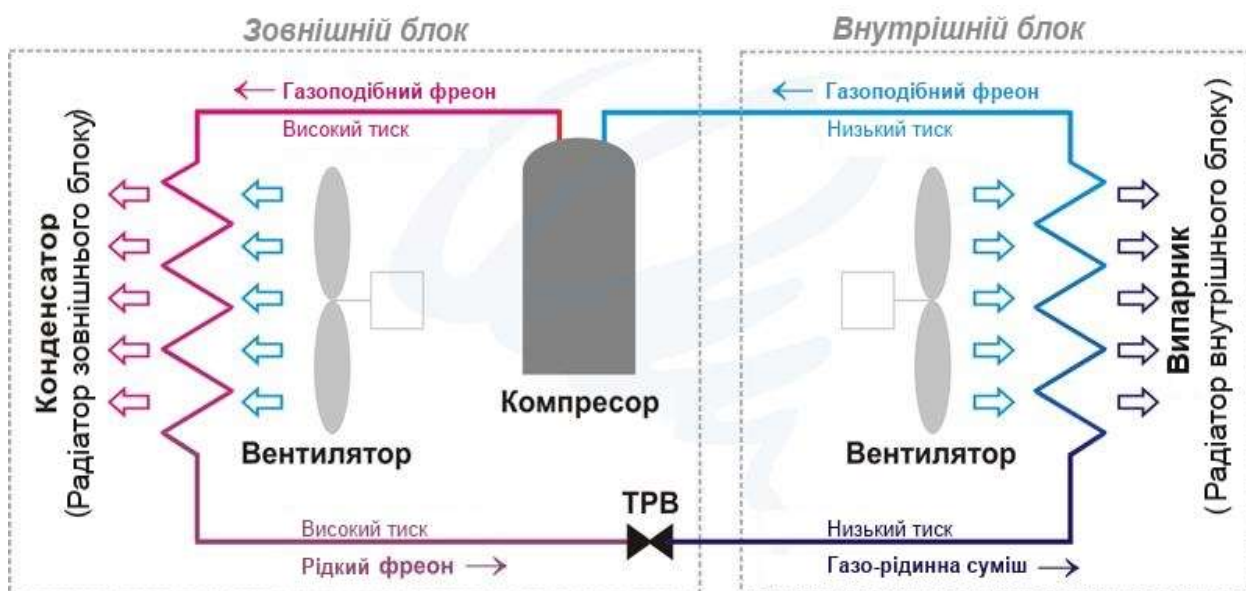
Зазвичай розташовується з правого боку внутрішнього блоку. На цій платі розміщений блок електроніки з системою керування.

Штуцерні з'єднання (на малюнку не показані)

Розташовані в нижній задній частині внутрішнього блоку. До них підключаються мідні труби, що з'єднують зовнішній і внутрішній блоки.

1.3 Принцип роботи кондиціонера

В основі роботи будь-якого кондиціонера лежить властивість рідин поглинати тепло при випаровуванні і виділяти його при конденсації. Розглянемо, як відбувається цей процес в спліт-системі (малюнок 1.3.).



Малюнок 1.3 - Принцип роботи кондиціонера

Основними вузлами будь-якого кондиціонера є:

- **Компресор** - стискає фреон і підтримує його рух по холодильному контуру.
- **Конденсатор** - радіатор, розташований в зовнішньому блоці. Назва відображає процес, що відбувається при роботі кондиціонера - перехід фреону з газоподібної фази в рідку (конденсація).

- **Випарник** - радіатор, розташований у внутрішньому блоці. У випарнику фреон переходить з рідкої фази в газоподібну (випаровування).

- **ТРВ** (терморегулюючий вентиль) - знижує тиск фреону перед випарником.

- **Вентилятори** - створюють потік повітря, що обдуває випарник і конденсатор. Вони використовуються для більш інтенсивного теплообміну з навколишнім повітрям.

Компресор, конденсатор, ТРВ і випарник з'єднані мідними трубами і утворюють холодильний контур, усередині якого циркулює суміш фреону і невеликої кількості компресорного масла. В процесі роботи кондиціонера відбуваються такі процеси:

- В компресор з випарника надходить газоподібний фреон під низьким тиском в 3 - 5 атмосфер і температурою 10 - 20 ° С.

- Компресор стискає фреон до тиску 15 - 25 атмосфер, в результаті чого фреон нагрівається до 70 - 90 ° С і надходить у конденсатор.

- Конденсатор обдувається повітрям, що має температуру нижче температури фреону, в результаті фреон остигає і переходить з газоподібної фази в рідку з виділенням додаткового тепла. При цьому повітря, що проходить через конденсатор, нагрівається. На виході з конденсатора фреон знаходиться в рідкому стані, під високим тиском, температура фреону на 10 - 20 ° С вище температури атмосферного повітря.

- З конденсатора теплий фреон поступає в терморегулюючий вентиль (ТРВ), який в побутових кондиціонерах виконується у вигляді капіляра (довгої тонкої мідної трубки, свитою в спіраль). В результаті проходження через капіляр тиск фреону знижується до 3 - 5 атмосфер і фреон остигає, частина фреону може при цьому випаруватися.

- Після ТРВ суміш рідкого і газоподібного фреону з низьким тиском і низькою температурою надходить у випарник, який обдувається кімнатним повітрям. У випарнику фреон повністю переходить в газоподібний стан, забираючи у повітря тепло, в результаті повітря в кімнаті охолоджується.

Далі газоподібний фреон з низьким тиском надходить на вхід компресора і весь цикл повторюється.

Цей процес лежить в основі роботи будь-якого кондиціонера і не залежить від його типу, моделі або виробника. У «теплих» кондиціонерах в холодильний контур додатково встановлюється чотирьохходовий клапан (на схемі не показаний), який дозволяє змінити напрямок руху фреону, змінюючи випарник і конденсатор місцями. У цьому випадку внутрішній блок кондиціонера нагріває повітря, а зовнішній блок охолоджує його.

Одна з найбільш серйозних проблем при роботі кондиціонера виникає в тому випадку, якщо в випарнику фреон не встигає повністю перейти в газоподібний стан. Тоді на вхід компресора потрапляє рідина, яка, на відміну від газу, нестислива. В результаті відбувається гідроудар і компресор виходить з ладу. Причин, за якими фреон може не встигати випаруватися, може бути кілька. Найпоширеніші - забруднені фільтри (при цьому погіршується обдув випарника і теплообмін) і робота кондиціонера при низьких температурах зовнішнього повітря (в цьому випадку в випарник надходить переохолоджену фреон).

1.4 Функції кондиціонера

Основні режими і функції

Охолодження та Обігрів (для «теплих» моделей). Основні режими роботи кондиціонера, використовувані для кондиціонування та обігріву приміщень.

Вентиляція. Режим роботи, при якому працює тільки вентилятор внутрішнього блоку, без вмикання компресора. Використовується для рівномірного розподілу повітря по приміщенню і може використовуватися, наприклад, взимку, коли тепле повітря від обігрівачів та батарей центрального опалення накопичується під стелею, а підлога залишається холодним.

Автоматичний режим. В цьому режимі кондиціонер сам керує вибором режиму роботи (Охолодження, Обігрів або Вентиляція) для підтримки комфортної температури.

Осушення. У режимі осушення кондиціонер зменшує вологість повітря. Взагалі кажучи, осушення повітря завжди супроводжує його охолодження. Тепле повітря стикається з холодним теплообмінником (радіатором) внутрішнього блоку, в результаті на теплообміннику конденсується волога, яка відводиться через дренажний шланг. На цьому ж принципі працюють всі сучасні осушувачі повітря. Тому в режимі осушення кондиціонер працює також, як і в режимі охолодження, тільки температура повітря в приміщенні знижується не більше, ніж на 1 °С.

Очищення повітря. Для очищення повітря перед теплообмінником внутрішнього блоку встановлюють один або кілька фільтрів. Основний фільтр кондиціонера призначений для очищення повітря від великого пилу (так званий, фільтр грубої очистки). Цей фільтр являє собою звичайну дрібну сітку і захищає не стільки мешканців кондиціонуемого приміщення, скільки нутрі кондиціонера. Для очищення цього фільтра досить промити його в

теплій воді. Додаткові фільтри (так звані, фільтри тонкого очищення) призначені для очищення повітря від дрібних частинок пилу, диму, пилку рослин. Спліт-системи можуть комплектуватися різними фільтрами тонкого очищення - вугільними (усуває неприємні запахи), електростатичним (затримує дрібні частинки) і іншими.

Установка температури. Для режимів Охолодження і Обігрів можна керувати температурою повітря з точністю до 1 ° С в діапазоні від 16-18 до 30 ° С. Зазвичай датчик температури встановлюється у внутрішньому блоці кондиціонера, але деякі моделі мають додатковий датчик, вбудований в пульт дистанційного керування. У цьому випадку користувач сам вибирає, в якій точці буде вироблятися вимір температури.

Швидкість вентилятора. Вентилятор внутрішнього блоку може обертатися з різною швидкістю, відповідно змінюючи кількість проходить через внутрішній блок повітря (цей параметр називається продуктивність по повітрю або «прокачування» кондиціонера і вимірюється в кб.м. / год). Зазвичай вентилятор має від 3 до 5 фіксованих швидкостей плюс автоматичний режим. В автоматичному режимі швидкість вентилятора вибирається виходячи з поточної і заданої температури - чим більше поточна температура відрізняється від заданої, тим вище швидкість вентилятора.

Напрямок повітряного потоку. Напрямок повітряного потоку, створюваного внутрішнім блоком, може регулюватися по вертикалі за допомогою горизонтальних пластин (жалюзі), що мають 5 - 7 фіксованих положень. В режимі охолодження потік зазвичай направляють горизонтально уздовж стелі, щоб холодне повітря не потрапляло на людей. У режимі ж обігріву потік повітря направляють вниз, оскільки гаряче повітря легше холодного і піднімається вгору. Крім цього, жалюзі можуть автоматично гойдатися вгору - вниз, рівномірно розподіляючи потік повітря по приміщенню. У деяких моделях кондиціонерів потужністю понад 5 кВт є автоматичні вертикальні жалюзі, що регулюють потік повітря в горизонтальному напрямку.

Таймер на включення і виключення. За допомогою 24-годинного таймера можна встановити час автоматичного включення і виключення кондиціонера, наприклад, можна включити кондиціонер за годину до повернення з роботи.

Нічний режим. Після включення цього режиму кондиціонер встановлює мінімальну швидкість вентилятора (для зменшення шуму) і плавно знижує (в режимі охолодження) або підвищує (у режимі обігріву) температуру на 2 - 3 градуси протягом декількох годин. Вважається, що такі температурні умови оптимальні для сну. Через 7 годин після включення цього режиму кондиціонер вимикається.

Основні системи контролю і захисту

Рестарт

Ця функція дозволяє кондиціонеру включатися після перебоїв з електроживленням. Причому кондиціонер включиться у той же режим, в якому працював до збою. Ця найпростіша функція реалізується на мікропрограмному рівні і тому є присутньою майже у всіх кондиціонерах.

Контроль за станом фільтрів

Якщо фільтри внутрішнього блоку кондиціонера не чистити, то за кілька місяців на них наросте такий шар пилу, що продуктивність кондиціонера зменшиться в кілька разів. В результаті порушиться нормальна робота холодильної системи і на вхід компресора замість газоподібного надходитиме рідкий фреон, що з великою ймовірністю призведе до заклинювання компресора. Але навіть якщо компресор і не вийде з ладу, то з часом пил налипне на пластини радіатора внутрішнього блоку, потрапить в дренажну систему і внутрішній блок доведеться везти в сервісний центр.

Тобто наслідки експлуатації кондиціонера з брудними фільтрами можуть бути найсерйознішими. Для захисту від цих наслідків в кондиціонер вбудовують систему контролю чистоти фільтрів - при забрудненні фільтрів вмикається відповідний індикатор.

Контроль витоку фреону

У будь-якій спліт-системі кількість фреону з часом зменшується через нормованого витоку. Для людини це не небезпечно, оскільки фреон - інертний газ, але кондиціонер без дозаправки може «прожити» тільки 2 - 3 роки. Справа в тому, що компресор кондиціонера охолоджується фреоном і при його недоліку може перегрітися і вийти з ладу. Раніше для відключення компресора при нестачі фреону використовували реле низького тиску - при зниженні тиску в системі це реле відключало компресор. Зараз більшість виробників переходить на електронні системи контролю, які вимірюють температуру в ключових точках системи і / або ток компресора і на підставі цих даних обчислюються всі робочі параметри холодильної системи, в тому числі і тиск фреону.

Захист по струму

По току компресора можна визначити цілий ряд несправностей холодильної системи. Знижений струм говорить про те, що компресор працює без навантаження - значить витік фреон. Підвищений струм сигналізує про те, що на вхід компресора надходить не газоподібний, а рідкий фреон, що може бути викликано або занадто низькою температурою зовнішнього повітря, або брудними фільтрами внутрішнього блоку. Таким чином, датчик струму компресора дозволяє істотно підвищити надійність кондиціонера.

Автоматичне розморожування

При температурі зовнішнього повітря нижче $+ 5^{\circ} \text{C}$ зовнішній блок кондиціонера може покритися шаром інея або льоду, що призведе до погіршення теплообміну, а іноді навіть до поломки вентилятора від удару лопастей об лід. Щоб цього не відбувалося, система управління кондиціонера стежить за умовами його роботи і, якщо виникає ризик обмерзання, періодично включає систему авторозморозки (кондиціонер працює 5 - 10 хвилин в режимі охолодження без включення вентилятора внутрішнього блоку, при цьому теплообмінник зовнішнього блоку нагрівається і відтає).

Захист від низьких температур

Включати неадаптований кондиціонер при від'ємних температурах зовнішнього повітря категорично не рекомендується. Для запобігання поломки, деякі моделі кондиціонерів автоматично відключаються, якщо температура на вулиці опустилася нижче певної позначки (зазвичай мінус 5 - 10°C).

Всесезонний блок

Щоб кондиціонер міг працювати і взимку, в нього вбудовують додатковий пристрій - всесезонний блок або зимовий комплект, який здійснює підігрів дренажу і картера компресора, а також управляє роботою вентилятора зовнішнього блоку. В цьому випадку кондиціонер може працювати при низьких температурах зовнішнього повітря (зазвичай до -15° - -25°C). Необхідно враховувати, що навіть у адаптованого кондиціонера при зниженні температури зменшується ККД і потужність охолодження / обігріву. При -20°C ККД кондиціонера зменшується в три рази у порівнянні з номінальним значенням. Крім цього, жоден кондиціонер не зможе нагрівати повітря хоча б до 20°C , якщо на вулиці -25°C . Тому взимку для

обігріву слід використовувати обігрівачі, які до того ж раз в десять дешевше кондиціонера. Використовувати ж для обігріву кондиціонер можна тільки в міжсезоння - восени і навесні, коли опалення ще не увімкнули або вже вимкнули. Кондиціонер з зимовим комплектом може виявитися корисним в двох випадках. По-перше, для підвищення надійності кондиціонера. В цьому випадку адаптувати можна практично будь-яку спліт-систему. Адаптація дозволить включати кондиціонер в будь-який час року, не побоюючись калюж на підлозі і виходу з ладу компресора. По-друге, «зимовий кондиціонер» буде просто необхідний в приміщеннях з великою кількістю тепловиділяючої техніки, наприклад в серверних, для охолодження не тільки в літній, але і в зимовий час. Оскільки в холодному зовнішньому повітрі міститься мало вологи, то охолодження такого приміщення «квартирковим» методом знижує вологість повітря до 20 – 30% (при оптимальному значенні 55%), що негативно впливає не тільки на людей, але і на складне електронне устаткування. Тому єдиний варіант кондиціонування серверної - використовувати адаптований кондиціонер.

Дренажна помпа

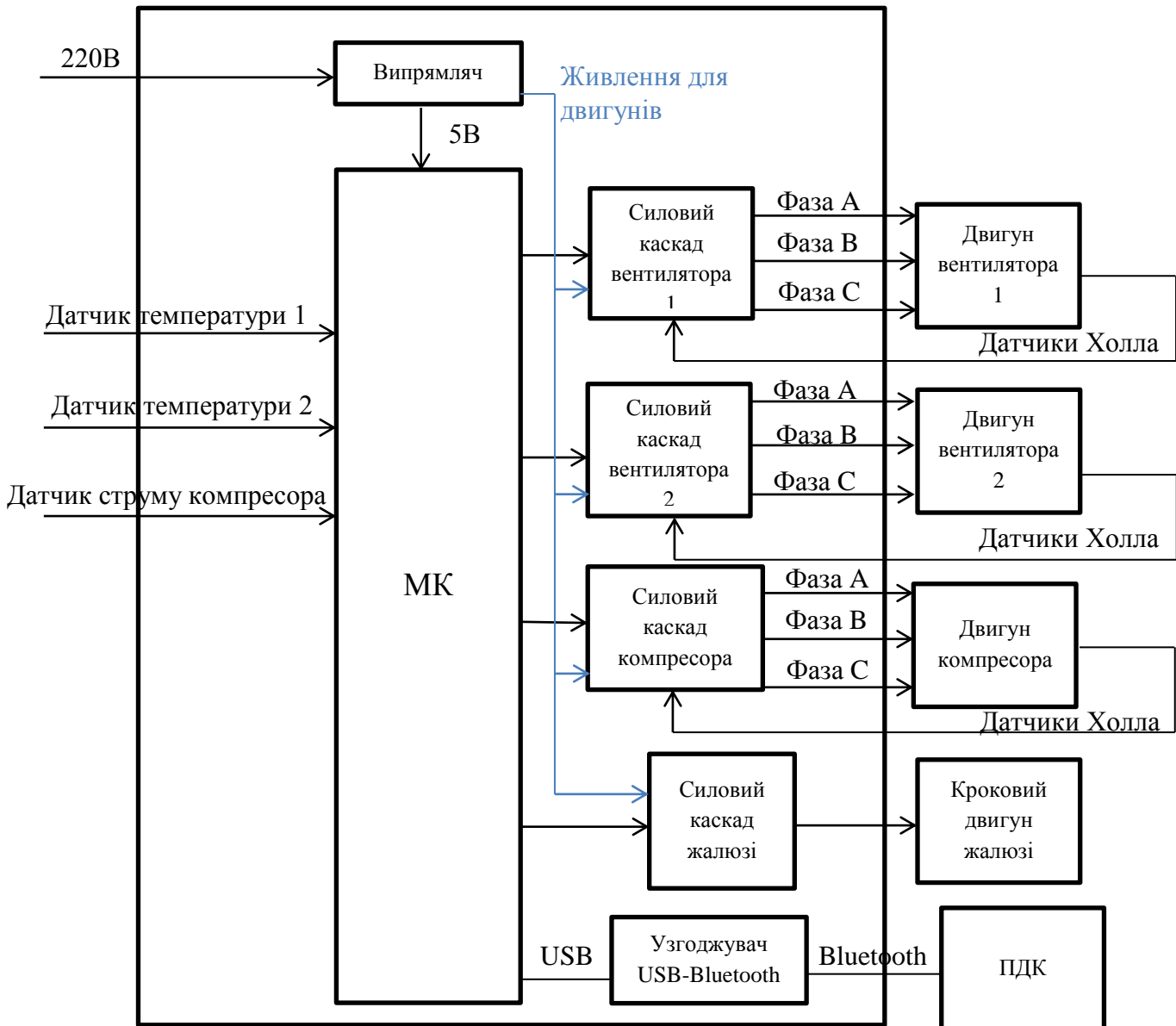
У процесі роботи будь-якого кондиціонера на поверхні випарника (радіатора внутрішнього блоку) утворюється вода. Вона конденсується при охолодженні проходить через випарник повітря і стікає в піддон, розташований під випарником. З піддону вода по дренажному шлангу видаляється з кондиціонера. Зазвичай дренажний шланг через отвір в зовнішній стіні виводять на вулицю, рідше слив виводять в каналізацію. У будь-якому випадку зливний отвір дренажу повинен бути нижче рівня піддону, щоб вода під дією сили тяжіння могла вільно витікати з кондиціонера.

Однак, бувають випадки, коли слив дренажу доводиться розташовувати вище рівня піддону, наприклад, при установці кондиціонера у підвалі. У такій ситуації необхідно використовувати дренажну помпу, яка зможе

підняти воду на певну висоту. Конструктивно помпа виконується у вигляді невеликого прямокутного блоку, в якому розташований насос і мініатюрний резервуар з датчиком води. При заповненні резервуара водою датчик включає насос, вода відкачується, після чого насос вимикається і цикл повторюється знову.

2 ІНФОРМАЦІЙНА МОДЕЛЬ

Структура інформаційної моделі системи управління кондиціонером приведена на малюнку 2.1.



Малюнок 2.1 - Структура інформаційної моделі системи управління кондиціонером

Інверторний кондиціонер

При розрахунку потужності відповідно до поширеної методики передбачається, що кондиціонер зможе підтримувати температуру всередині приміщення на рівні 18 - 20 ° С при температурі зовнішнього повітря 40 - 43 ° С. Зрозуміло, що більшу частину часу потужність кондиціонера буде явно надлишковою, однак змінити її неможливо, адже компресор звичайного (неінверторного) кондиціонера має фіксовану потужність. У той же час для точної підтримки заданої температури кондиціонер повинен мати змінну потужність охолодження. Вирішується ця проблема просто. При включенні кондиціонера його датчик постійно контролює температуру повітря в приміщенні і коли вона опускається на 1 - 2 ° С нижче заданого значення компресор вимикається. Вентилятор внутрішнього блоку продовжує працювати, тому відключення компресора непомітно і виявляється тільки в поступовому підвищенні температури. Коли вона піднімається на 1 - 2 ° С вище заданого значення, компресор вмикається і весь цикл повторюється. Недоліком цієї технології є сильні коливання температури всередині приміщення, оскільки для більш точної її підтримки довелося б занадто часто вмикати та вимикати компресор, а це призвело б до його швидкого зносу. Інший недолік проявляється в тому, що при включенні компресора з внутрішнього блоку починає дути дуже холодне повітря - при проходженні через випарник він охолоджується на 13 - 15 ° С. Наприклад, якщо поточна температура повітря в приміщенні 26 ° С, то створюваний кондиціонером повітряний потік буде мати температуру 11 - 13 ° С, незалежно від того яка температура виставлена на пульті керування. Знаходиться під прямим потоком такого холодного повітря не тільки некомфортно, але і небезпечно для здоров'я.

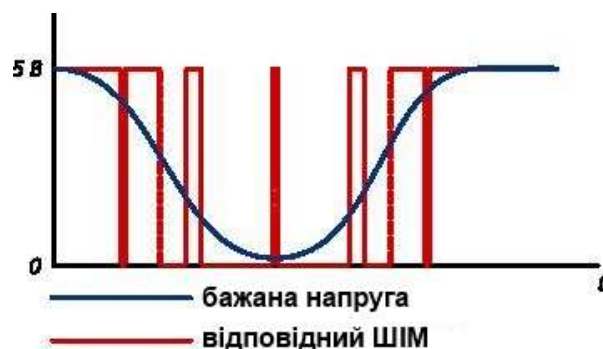
Усунути всі ці недоліки вдалося лише в 1981, коли з'явилися перші інверторні кондиціонери, які мають змінну потужність охолодження

(нагрівання). Блок інвертора в таких кондиціонерах перетворює змінну напругу живлення у постійну (цей процес називається інвертування), що дозволяє плавно змінювати частоту оборотів компресора і тим самим регулювати потужність кондиціонера. В процесі роботи інверторного кондиціонера не виникає постійних циклів увімкнення/вимкнення компресора, тому інверторні спліт-системи більш точно підтримують задану температуру і, як правило, менше шумлять. У каталогах для інверторних кондиціонерів вказується не одне значення потужності, а діапазон, в якому вона може змінюватися. Чим цей діапазон ширше, тим точніше кондиціонер зможе підтримувати задану температуру. Тому при виборі інверторного кондиціонера слід звертати увагу не тільки на номінальну потужність, але і на відношення максимальної потужності до мінімальної - чим більше буде це значення, тим краще.

Широтно-імпульсна модуляція (ШІМ)

Рівнем напруги управляється багато: наприклад, яскравість світлодіода або швидкість обертання двигуна. Для симуляції не повного напруги використовується ШІМ (Широтно-Імпульсна Модуляція, англ. Pulse Width Modulation або просто PWM).

Приклад використання широтно-імпульсної модуляції наведено на малюнку 2.2.



Малюнок 2.2 - Приклад використання широтно-імпульсної модуляції

Застосування

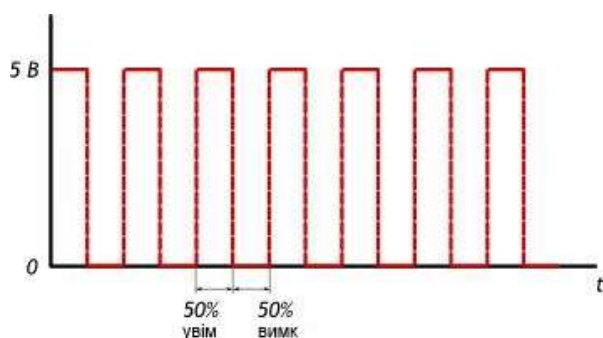
Вихід мікроконтролера перемикається між землею і V_{cc} тисячі разів в секунду. Або, як ще кажуть, має частоту в тисячі герц. Око не помічає мерехтіння більше 50 Гц, тому здається, що світлодіод не мерехтить, а горить в півсили.

Аналогічно, розігнаний двигун не може зупинити вал за мілісекунди, тому ШІМ-сигнал змусить обертатися його в неповну силу.

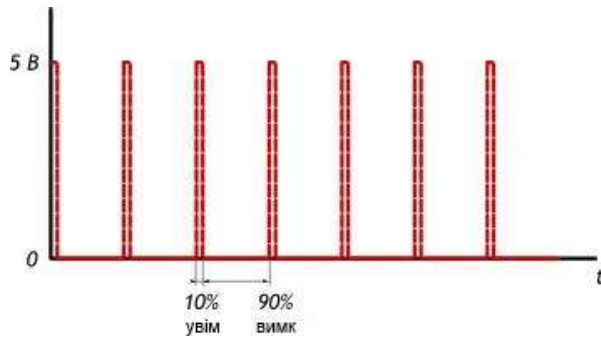
Шпаруватість

Ставлення повного періоду до часу увімкнення називають шпаруватістю (англ. Duty cycle). Розглянемо кілька сценаріїв при напрузі живлення V_{cc} рівним 5 вольт.

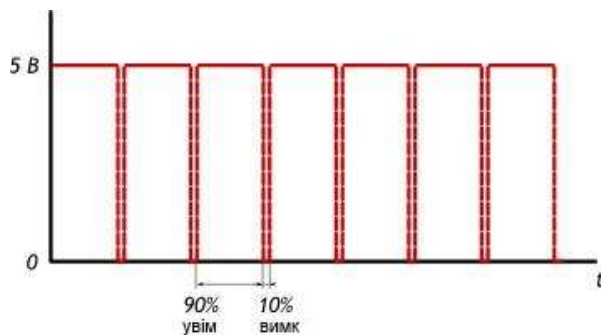
50% — еквівалент 2,5 В



10% — еквівалент 0,5 В



90% — еквівалент 4,5 В



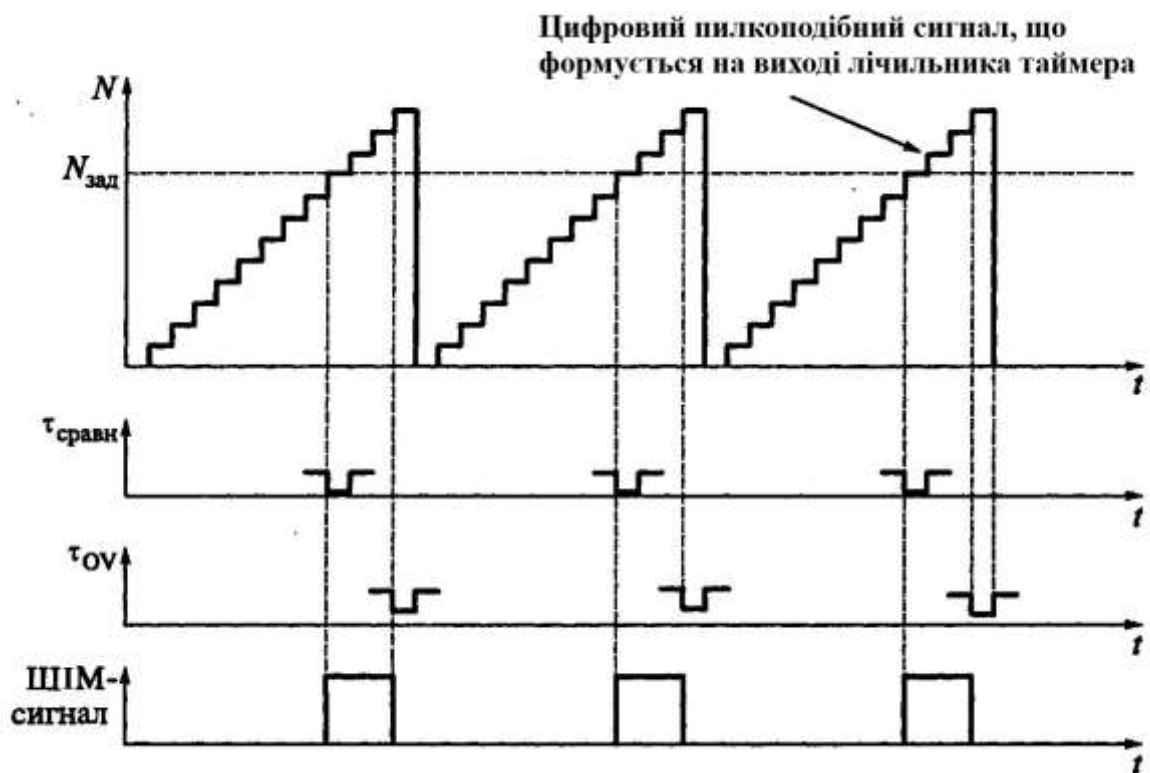
Малюнок 2.3 - Приклади використання ШІМ

ШІМ-сигнали - це сигнали з фіксованою частотою і регульованою шпаруватістю. Формування ШІМ-сигналів в сучасних МК найчастіше здійснюється за допомогою так званих ШІМ-генераторів (мал. 2.4), основними вузлами якого є таймер, налаштований для роботи в режимі програмованого дільника частоти, регістр завдання шпаруватості, л-розрядний цифровий компаратор і формувач вихідного ШІМ-сигналу.



Малюнок 2.4 - Функціональна схема найпростішого ШІМ-генератора

Вихідний ШІМ-сигнал генерується на виході формувача, який є простий RS-тригер. При роботі таймера на виходах лічильника таймера ТН / TL формується цифровий пілкоподібний сигнал. За допомогою n-розрядного цифрового компаратора цей сигнал порівнюється зі значенням, завантаженим у реєстр завдання шпаруватості, і в момент рівності формується сигнал $T_{порівн}$, що встановлює RS-тригер. Імпульс переповнення таймера скидає RS-тригер. Частота надходження імпульсів визначає частоту ШІМ-сигналу, що формується. Тривалість імпульсу (і шпаруватість) ШІМ-сигналу визначається значенням в реєстрі завдання шпаруватості. При зміні вмісту цього реєстра шпаруватість формування ШІМ-сигналів змінюється. Діаграма роботи ШІМ-генератора показана на малюнку 2.5.



Малюнок 2.5 - Діаграма роботи ШІМ-генератора

Області застосування ШІМ-сигналів досить різноманітні - від простого цифроаналогового перетворення, що вимагає для своєї роботи мінімальної

кількості зовнішніх компонент, до прямого цифрового управління ключами силових перетворювачів для двигунів постійного і змінного струму.

Вимоги до параметрів мікроконтролера

Ескізне програмування показало, що мікроконтролер повинен мати наступні характеристики:

- 32-розрядна архітектура Cortex-M3.
- Щонайменше 14 входів /виходів.
- 1 контролер USB або Bluetooth.
- 3 генератора ШІМ-сигналу.
- Постійна пам'ять 64 КБ.
- Оперативна пам'ять 8 КБ.
- Швидкодія - не менше 50 МГц.

3 ВИБІР МІКРОКОНТРОЛЕРА

Мікроконтролер (англ. Micro Controller Unit, MCU) — мікросхема, призначена для управління електронними пристроями.

Типовий мікроконтролер поєднує на одному кристалі функції процесора і периферійних пристроїв, містить ОЗУ і (або) ПЗУ. По суті, це однокристальний комп'ютер, здатний виконувати досить прості завдання.

Відрізняється від мікропроцесора інтегрованими в мікросхему пристроями введення-виведення, таймерами і іншими периферійними пристроями.

Використання в сучасному мікроконтролері достатньо потужного обчислювального пристрою з широкими можливостями, побудованого на одній мікросхемі замість цілого набору, значно зменшує розміри, енергоспоживання і вартість побудованих на його базі пристроїв.

Типи МК

Існує величезна кількість типів МК, що відрізняються архітектурою процесорного модуля (ядра), розміром і типом вбудованої пам'яті, набором периферійних пристроїв, типом корпусу і т. д.

За архітектурою ядра розрізняють:

- 8-розрядні МК;
- 16-розрядні МК;
- 32-розрядні МК.

8-розрядні архітектури з'явилися на початку розвитку напівпровідникової промисловості (кінець 70-х і початок 80-х років минулого століття), внаслідок чого вони мали обмеження з точки зору діапазону адрес, кількості регістрів, набору функцій, не дозволяли програмувати з використанням мов високого рівня.

Однак вони набули неабиякої популярності і продовжують широко використовуватися. Це пояснюється тим, що існує велика кількість застосувань, в яких не потрібна висока продуктивність, але важлива низька вартість, а також консерватизмом багатьох розробників.

16-розрядні архітектури з'явилися значно пізніше 8-розрядних (кінець 80-х - початок 90-х років минулого століття) для забезпечення більшої продуктивності при обробці. У цих архітектурах часто використовуються принципи RISC-архітектури, забезпечується робота з великими обсягами пам'яті, використовується більша кількість регістрів.

32-розрядні архітектури з'явилися на початку 90-х років минулого століття. Вони були розроблені з урахуванням великого досвіду розробок і використання 8- і 16-розрядних МК.

Переважна кількість транзисторів доводиться на постійну та оперативну пам'ять мікроконтролера, генератори ШІМ-сигналів, перетворювачі (ЦАП, АЦП), таймери, датчики, інтерфейси та інше. На процесор мікроконтролера відводиться незначна кількість транзисторів, в порівнянні з їх загальним числом. Тому розрядність процесора практично не впливає на вартість. У свою чергу, 32-розрядні мікроконтролери більш продуктивні, споживають менше енергії, а найголовніше - їх зручніше програмувати: більша кількість та розрядність регістрів і можливість програмувати на мовах високого рівня, що дозволяє зменшити розмір програми.

Структурні особливості МК

Процесорні ядра кращих сучасних МК побудовані по так званій гарвардській структурі. Вони мають:

- роздільні пам'яті програм і даних;
- індивідуальні шини для звернення в пам'ять програм, даних, до периферійних пристроїв;

- пам'ять програм реалізована з використанням Flash-пам'яті;
- великий набір периферії:
- універсальні цифрові порти, які можна налаштовувати як на введення, так і на виведення;
- різні інтерфейси введення-виведення, такі як UART, I²C, SPI, CAN, USB, IEEE 1394, Ethernet;
- аналого-цифрові і цифро-аналогові перетворювачі;
- компаратори;
- широтно-імпульсні модулятори;
- таймери;
- контролери дисплеїв і клавіатур;
- радіочастотні приймачі і передавачі;
- вбудований тактовий генератор і сторожовий таймер;
- контролер прямого доступу до пам'яті та ін.

Сучасні архітектури МК

Архітектура ARM

В даний час архітектура ARM займає лідируючі позиції і охоплює понад 75% ринку 32-розрядних вбудованих RISC-мікроконтролерів. Фактично можна говорити про архітектуру ARM як про промислові стандарти. Поширеність ядра надає можливість розробнику більш гнучко використовувати свої і сторонні програмні напрацювання як при переході на нове процесорне ARM-ядро, так і при «міграціях» між різними типами ARM-МК.

Хоча в своїй основі ядро ARM відштовхується від ідеології RISC-архітектури (обмежений набір команд, чергу вибірки інструкцій, активне використання регістрів і обмежений доступ до пам'яті), воно не є «чистим» представником архітектури RISC. Не всі команди архітектури ARM

виконуються за один цикл. Наприклад, є інструкції, що дозволяють переслати між пам'яттю і регістрами 16 слів по 32 розряду. Оскільки подібні операції активно використовуються компіляторами при кожному виклику та поверненню з процедур, введення таких команд істотно прискорює роботу програми, і мінімізує розмір програм.

До складу системи команд входять також команди звернення до апаратного співпроцесору. Це дозволяє розробникам МК на базі архітектури ARM розширювати можливості базової архітектури, додаючи свої співпроцесори в разі потреби. Додатково до ARM-архітектурі можуть інтегруватися кілька розширень:

- Thumb - 16-розрядний набір інструкцій, що поліпшує ефективність використання пам'яті програм;
- DSP - набір арифметичних інструкцій для цифрової обробки сигналів;
- Jazelle - розширення для апаратного безпосереднього виконання Java-інструкцій;
- Media - розширення для 2 ... 4-кратного збільшення швидкості обробки аудіо- та відеосигналів.

Набір інструкцій Thumb

Первісна система команд ARM містила тільки 32-розрядні команди. Однак для систем, критичних до вартості і обсягу пам'яті програм, до яких відносяться практично всі вбудовані системи реального часу, велика довжина команд виявилася «вузьким місцем», що обмежує поширення архітектури.

У 1995р. система команд ARM доповнилася новим набором 16-розрядних команд, який отримав назву Thumb. З усього набору команд ARM були відібрані найбільш уживані команди і перетворені в 16-розрядний формат. При вибірці такої команди процесор ARM з допомогою простого апаратного дешифратора відновлює істинний 32-розрядний код команди, який і виконується процесором. Таким чином, стандартне 32-розрядне ядро без

будь-яких переробок отримало можливість роботи з 16-розрядними командами.

При розробці набору команд Thumb довелося пожертвувати деякими командами, було зменшено кількість доступних регістрів, режимів адресації, обмежений доступ до деяких системних ресурсів (регістрів стану, співпроцесор). Однак при необхідності процесор може легко змінити режим вибору команд, переходячи з режиму Thumb в режим ARM і назад. Маючи це на увазі, розробник може гнучко керувати поведінкою своєї програми, використовуючи найбільш ефективний для кожного випадку набір команд: для зниження необхідного обсягу пам'яті від 35 до 50% можна використовувати режим Thumb, для досягнення максимальної продуктивності - режим ARM.

Векторний контролер переривань

Для систем реального часу до складу МК вводиться додатковий апаратний модуль, званий векторний контролер переривань, який забезпечує перехід на адресу обробки переривання одного з 32 джерел переривання за допомогою єдиної команди переходу.

Сенс його роботи зводиться до того, що до складу контролера входять 32 регістра адреси, в які попередньо записуються адреси підпрограм обробки для кожного з 32 можливих джерел переривання. При виникненні переривання ядро ARM викликає передачу управління на адресу, відповідну зовнішньому перериванню. За цією адресою розташовується команда, яка зчитує дані з контролера переривань, а контролер в цей момент підставляє значення саме того регістра адреси, який відповідає перериванню, що виникає. Таким чином, мікроконтролер переходить відразу на програму обробки потрібного переривання, не використовуючи жодної додаткової інструкції.

Оптимізація доступу до портів введення-виведення

Характерним завданням вбудованих систем є маніпулювання розрядами на портах введення-виведення. Процедура зміни розряду зазвичай має на увазі читання всього слова, накладення розрядної маски і запис нового значення слова назад в порт. В RISC-процесорах така операція проводиться однією командою, яка виконує нерозривний цикл «читання-модифікація-запис».

В архітектурі ARM немає команд, які забезпечують такий цикл при зверненні до пам'яті, тому для підвищення ефективності роботи з портами в ARM-МК кожен порт представлений у вигляді двох віртуальних регістрів, один з яких служить тільки для установки розрядів, а інший - тільки для їх скидання. В результаті відпадає необхідність в попередньому читанні порту, заборону переривань і вся процедура модифікації розряду виконується однією інструкцією.

Архітектура Cortex

Архітектура Cortex це розвиток версії ARMv7 архітектури ARM. Процесори з архітектурою Cortex випускаються в різних прикладних профілях. Існує три профілю:

Cortex-A (Application) - прикладні процесори, орієнтовані на високопродуктивні застосування. В неї входять ядра A5, A8 і A9, A15 і їх подальші варіанти. Підтримують набори команд ARM, Thumb і Thumb-2.

Cortex-R (Real Time) - для додатків, що працюють у реальному часі. У цю групу входить всього одне ядро R4. Підтримують набори команд ARM, Thumb і Thumb-2.

Cortex-M - мікроконтролерний профіль, оптимізований під вимоги, де одночасно необхідні низька вартість, висока 32-розрядна продуктивність і мале енергоспоживання. У нього входять ядра Cortex-M0 і Cortex-M1,

розроблене спеціально для використання в мікросхемах програмованої логіки, Cortex-M3, Cortex-M4. Підтримує тільки набір команд Thumb-2.

Особливості архітектури Cortex

Розподіл пам'яті

Адресний простір для програміста лінійний розміром 4 Гбайт. У МК, виконаних на основі архітектури Cortex, використовується стандартний розподіл пам'яті.

Пам'ять програм починається з адреси 0x00000000.

Вбудоване статичне ОЗУ стартує з адреси 0x20000000. Всі осередки статичного ОЗУ розташовані в області зберігання біт.

Регістри UVB представлені в карті пам'яті, починаючи з адреси 0x40000000, і також розташовані в області зберігання біт UVB.

Регістри Cortex знаходяться в їх стандартному місці, починаючи з адреси 0xE0000000.

Регістровий файл утворює шістнадцять 32-розрядних регістрів. Регістри R0-R12 - звичайні регістри, які можуть використовуватися для зберігання програмних змінних. У регістрів R13-R15 є особливі функції в рамках ядра Cortex:

- регістр R13 - покажчик стека;
- регістр R14 - регістр зв'язку;
- регістр R15 - лічильник програми.

Режими роботи

Процесор Cortex підтримує два режими роботи: режим Thread (або потоковий режим) і режим Handler (або режим обробника). Ядро запускається в режимі Thread при неперериваємому, фоновому виконанні

команд і перемикається в режим Handler при обробці виняткових ситуацій. Крім того, ядро Cortex може виконувати програми в привілейованому або непривілейованому режимі.

У привілейованому режимі, ядро має доступ до всього набору команд, а в непривілейованому режимі деякі команди відключаються (наприклад, команди MRS і MSR, які здійснюють доступ до регістру xPSR і його розрядних груп). У цьому режимі також відключається доступ до більшості регістрів управління системними ресурсами процесора Cortex. Також можна налаштувати використання стека. Основний стек (R13) може використовуватися в обох режимах Thread і Handler. Альтернативно, режим Handler можна налаштувати на використання стека процесу (альтернативний регістр R13).

Набір команд Thumb-2

Набір команд ARM Thumb-2 являє собою суміш 16- і 32-розрядних команд, що дозволяє домогтися продуктивності 32-розрядної набору команд ARM і щільності програм, властивій 16-розрядному набору команд Thumb. Набір команд Thumb-2 (включаючи управління розрядним полем, табличне розгалуження, умовне виконання) орієнтований на компілятори мов C / C ++. Це означає, що програма для Cortex-MK може бути повністю написана на мові високого рівня Cі.

Переваги ядра Cortex-M3

Одна з найсильніших сторін ядра Cortex-M3 - його висока продуктивність, яка є результатом всього накопиченого досвіду компанії ARM в області розробки структур процесорних ядер.

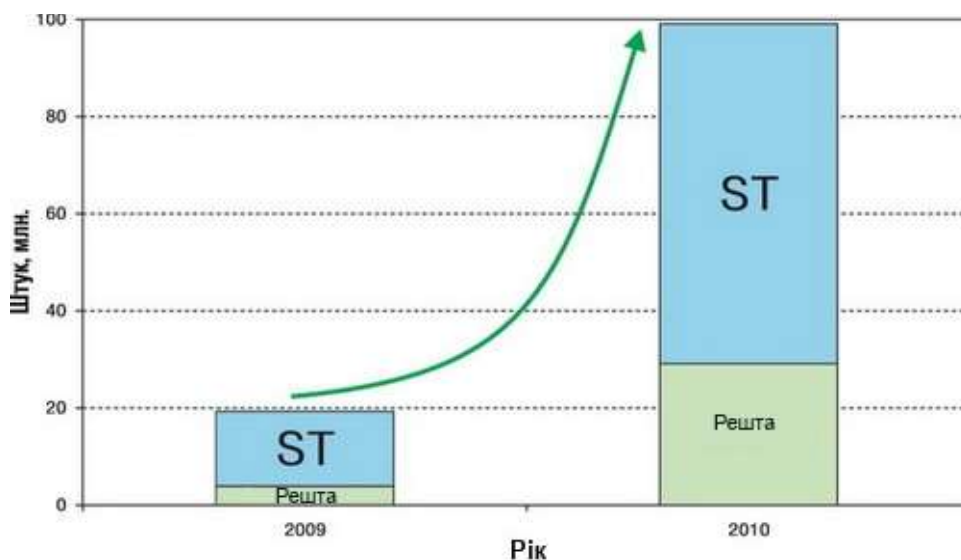
Ядро Cortex-M3 має:

- Гарвардської структуру з окремими шинами даних, команд та управління периферією. Це позбавляє від затримок, які можуть виникнути зі структурами фон - Неймана, де весь потік інформації до ядра йде через одну шину.
- апаратне множення $32 * 32$ розряду включено в ядро Cortex-M3 і виконується за один цикл тактування, якщо результат потрібно в 32-розрядному форматі;
- апаратне ділення виконується за 2 ... 12 циклів в залежності від складності ділення;
- поліпшену ефективність розміщення даних в пам'яті і виконання операцій порозрядної обробки;
- інтегровані елементи, що використовуються операційними системами реального часу (ОСРЧ), в тому числі системний таймер і блок захисту пам'яті;
- підтримку економічних режимів роботи;
- стандартизований розподіл адресного простору пам'яті;
- більш просту модель програмування, що рятує від необхідності написання будь-яких асемблерних частин програм, глибокого вивчення процесора і його набору регістрів;
- стандартну систему програмування всіх МК з ядром Cortex-M3. Якщо дотримуватися цього стандарту, можна домогтися простоти портування проектів між МК з ядрами Cortex-M3 різних виробників.
- значно поліпшену схему переривань: вбудований контролер переривань NVIC, який дозволяє встановити до 256 пріоритетів між перериваннями з можливістю їх динамічної зміни. Втрата часу при виникненні конкуруючих переривань значно поліпшена (12 циклів замість 24 ... 42 в разі ядра ARM7).
- набір команд Thumb-2 (суміш 16- і 32-розрядних команд без переходу) і оптимізоване використання пам'яті RAM (bit banding);

- оптимізовану за вартістю структуру, завдяки чому створені МК здатні конкурувати за ціною з 16-розрядними і навіть деякими 8-розрядними МК.

За кілька років архітектура Cortex-M3 стала індустріальним стандартом. Всі основні виробники МК, крім компанії Microchip, мають або розвивають рішення на основі цієї архітектури: компанії STMicroelectronics, Texas Instrument, NXP, ATMEL, Analog Devices, Renesas і т.д.

На малюнку 3.1 показана загальна кількість проданих у світі МК з ядром Cortex-M3. У 2008 році було продано близько чотирьох мільйонів МК, а потім три роки поспіль щорічне зростання становило 400 ... 500%. Це говорить про високу якість і привабливості МК на базі ядер Cortex-M3.



Малюнок 3.1 Продажі МК з ядром Cortex-M3 по всьому світу

Далі будуть розглянуті представники одних з найпопулярніших фірм, що розробляють мікроконтролери - NXP та STM.

LPC1754 є мікроконтролер на базі ARM Cortex-M3 для вбудованих додатків, що відрізняється високим ступенем інтеграції і низьким енергоспоживанням. ARM Cortex-M3 пропонує системні вдосконалення, такі як розширені функції налагодження і більш високий рівень інтеграції блоків підтримки. LPC1754 працює на частотах процесора до 100 МГц. Процесор з

ядром ARM Cortex-M3 оснащений триступінчатим конвеєром і використовує архітектуру Гарварда з окремими локальними командами і шинами даних, а також третю шину для периферійних пристроїв. Процесор ARM Cortex-M3 також включає в себе внутрішній блок попередньої вибірки, який підтримує спекулятивне розгалуження.

До складу периферійного блоку LPC1754 входить 128 КБ флеш-пам'яті, 16 КБ оперативної пам'яті, інтерфейс USB, 4 UART, канал CAN, 2 контролера SSP, інтерфейс SPI, 6-канальний 12-розрядний АЦП, 10-розрядний ЦАП, управління двигуном PWM, квадратурний інтерфейс енкодера, 4 таймера загального призначення, 6-вивідне широкомовне з'єднання загального призначення, наднизькі потужності в режимі реального часу (RTC) з роздільним живленням від батареї і до 52 штирів введення / виведення загального призначення.

Компанія STMicroelectronics оновила сімейство 32-розрядних мікроконтролерів на базі ARM Cortex-M3 новими пристроями з вбудованим приймачем, що відповідає вимогам стандарту IEEE 802.15.4.

Лінійка мікроконтролерів STM32W побудована за технологією система на кристалі. Мікроконтролер включає: 32-розрядне мікропроцесорне ядро ARM Cortex-M3, вбудовану оперативну та незалежну пам'яті, а також необхідну периферію.

Завдяки ефективній архітектурі можливості приймача STM32W перевищують вимоги стандарту IEEE 802.15.4-2003 по динамічному діапазону на 15 дБ. Приймальна частина з чутливістю -99 дБм (до -100 дБм) містить вбудовані фільтри, які забезпечують стійкий і надійний зв'язок навіть в присутності перешкод від інших бездротових комунікацій, які працюють в цьому частотному діапазоні, таких як IEEE 802.11 і Bluetooth. «На борту» є вбудований стабілізатор напруги, 4,8 ГГц VCO, фільтр петлі PLL і підсилювач для отримання вихідної потужності +3 дБм (до +7 дБм). Все це мінімізує кількість необхідних в додатку зовнішніх компонентів.

Перші мікроконтролери лінійки - STM32W108 - побудовані на ядрі ARM Cortex-M3 і мають 128 кбайт вбудованої Flash і 8 кбайт оперативної пам'яті. Для забезпечення строгих вимог стандарту IEEE 802.15.4-2003 по синхронності STM32W108 апаратно реалізують функції автоматичної передачі та прийому підтвердженнь, генерації відстрочок, оцінки незайнятості каналу передачі та автоматичної фільтрації вхідних пакетів. Є вбудований апаратний прискорювач AES128 шифрування.

Пристрої забезпечують високу енергоефективність систем. Споживання струму в режимі прийому з активним обчислювальним ядром становить 27 мА. Аналогічно в режимі передачі (+3 дБм) - 31 мА. Вбудований RC-генератор дозволяє процесорному ядру виконувати програму негайно після виходу зі сну. Доступно безліч режимів зниження енергоспоживання, включаючи режим глибокого сну зі споживанням струму менш 1 мкА при збереженні вмісту оперативної пам'яті.

Периферія STM32W включає UART, SPI, I2C, ADC, таймери і 24 штирі введення / виведення. Пристрої живляться однією напругою від 2,1 В до 3,6 В. Налаштування може здійснюватися через інтерфейси Serial Wire / JTAG і Packet Trace.

Мікроконтролери STM32W108NB і STM32W108CB підходять для управління кондиціонером і задовольняють вимогам.

Однак для дистанційного керування кондиціонером більше підійде технологія Bluetooth. Вона більш поширена, ніж Zigbee. Практично кожен смартфон має вбудований Bluetooth, що згодом дозволить розробити додаток для керування кондиціонером зі смартфона. Таким чином, використання технології Bluetooth надалі дозволить обійтися без ПДК.

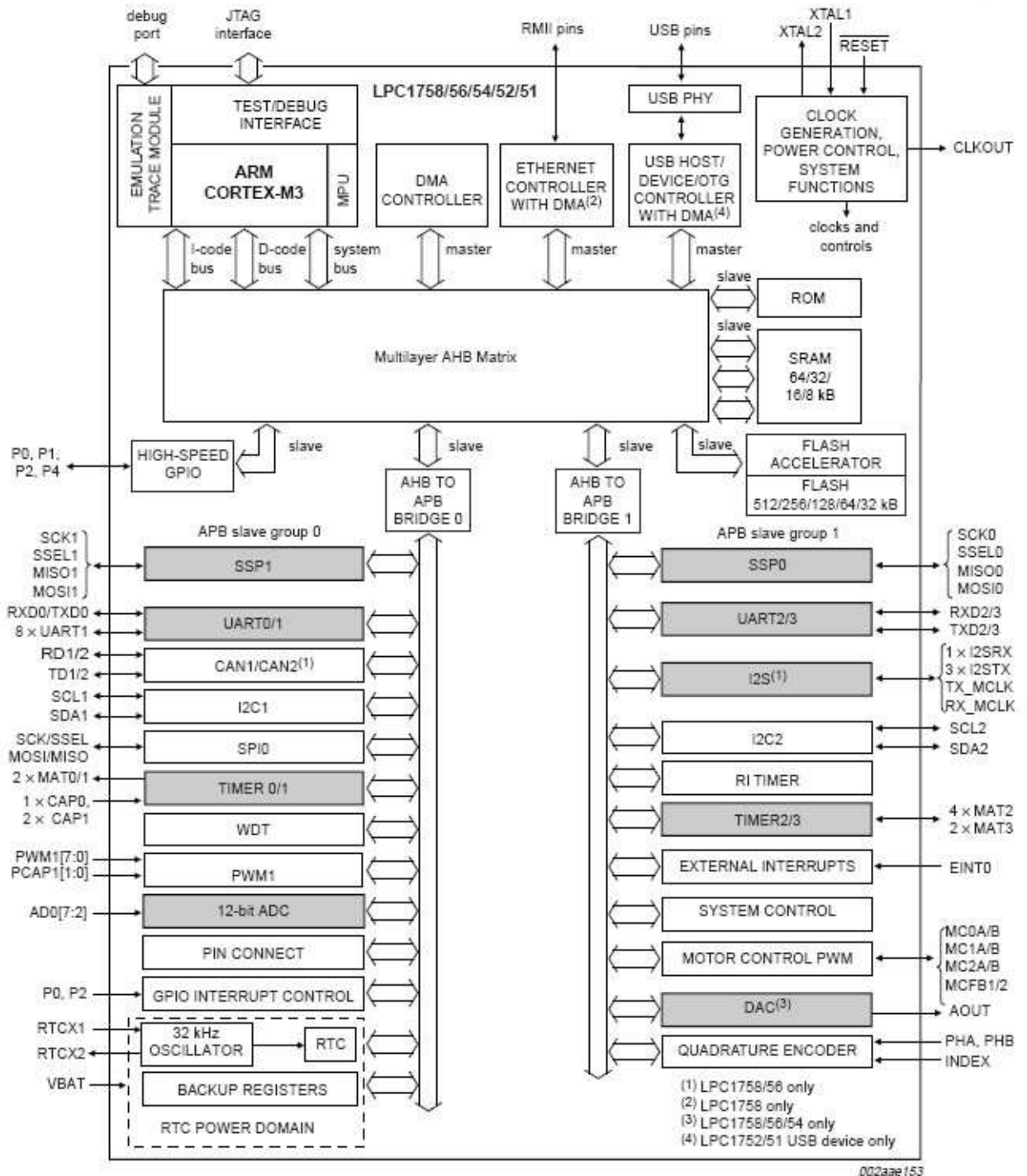
Обґрунтування обраного мікроконтролера

Оскільки не вдалося знайти мікроконтролер з вбудованою технологією Bluetooth, вибирається мікроконтролер LPC 1754 фірми NXP без приймача,

але з інтерфейсом USB, до якого буде підключений узгоджувач USB-Bluetooth.

Структура мікроконтролера наведена на малюнку 3.2.

Структурна схема мікроконтролера LPC1754



Малюнок 3.2 - Структура мікроконтролера

4 ЕЛЕКТРОДВИГУНИ

За типом споживаної енергії електродвигуни поділяються на дві групи - на двигуни постійного струму і двигуни змінного струму.

Електроприводи змінного струму з асинхронними електродвигунами дуже популярні. На стороні асинхронних двигунів і простота конструкції, і, відповідно, надійність і довговічність, і високі енергетичні показники.

До того ж, електроенергію змінного струму, необхідну для цих двигунів, дуже просто виробляти, перетворювати і передавати на найбільші відстані без особливих втрат.

Однак для кондиціонера інверторного типу більше підходить електродвигун постійного струму, завдяки можливості плавного регулювання обертів (моменту) в дуже широкому діапазоні - від нуля до номінального значення - зміною напруги живлення, а також порівняно мала інерційність (достатню швидкодію).

У свою чергу, двигуни постійного струму діляться на колекторні і безколекторні.

Колекторний електродвигун - електродвигун, в якому датчиком положення ротора і перемикачем струму в обмотках є один і той же пристрій - щітково-колекторний вузол.

Безколекторний двигун

З конструкції безколекторного двигуна видаляється досить складний, що вимагає обслуговування важкий і вузол, що іскрить - колектор. Конструкція двигуна істотно спрощується. Двигун виходить легше і компактніше. Значно зменшуються втрати на комутацію, оскільки контакти колектора і щітки замінюються електронними ключами. У підсумку отримуємо електродвигун з найкращими показниками ККД і показником потужності на кілограм власної ваги, з найбільш широким діапазоном зміни

швидкості обертання. На практиці безколекторні двигуни гріються менше, ніж їх колекторні брати. Переносять велике навантаження по моменту. Застосування потужних неодімових магнітів зробили безколекторні двигуни ще більш компактними. Конструкція безколекторного двигуна дозволяє експлуатувати його в воді і агресивних середовищах (зрозуміло, тільки двигун, регулятор мочити буде дуже дорого). Безколекторні двигуни практично не створюють радіоперешкод.

Управління безколекторними трифазними електродвигунами постійного струму з датчиками Холла

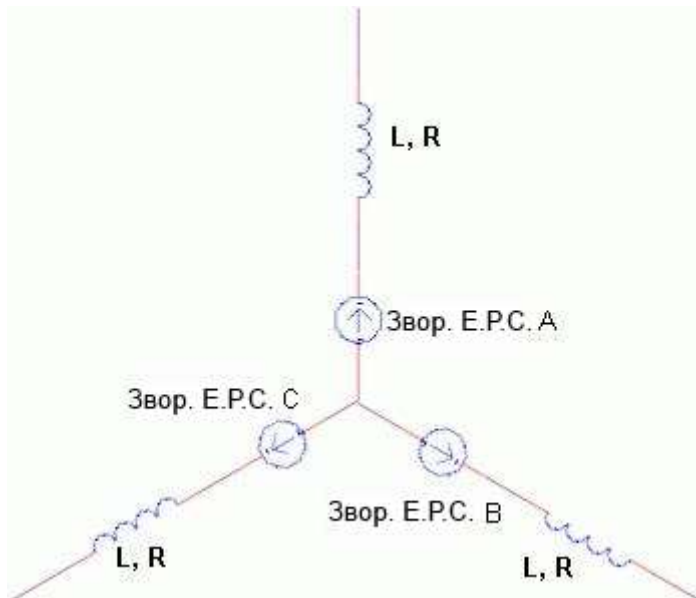
При управлінні з використанням датчиків трифазний електродвигун постійного струму (БКЕПС) складається, як правило, з трьох основних частин: статор, ротор і датчики Холла.

Принцип дії трифазного електродвигуна постійного струму

Статор

Статор класичного трифазного БКЕПС містить три обмотки. У багатьох двигунах обмотки поділяються на кілька секцій, що дозволяє зменшити пульсації крутного моменту.

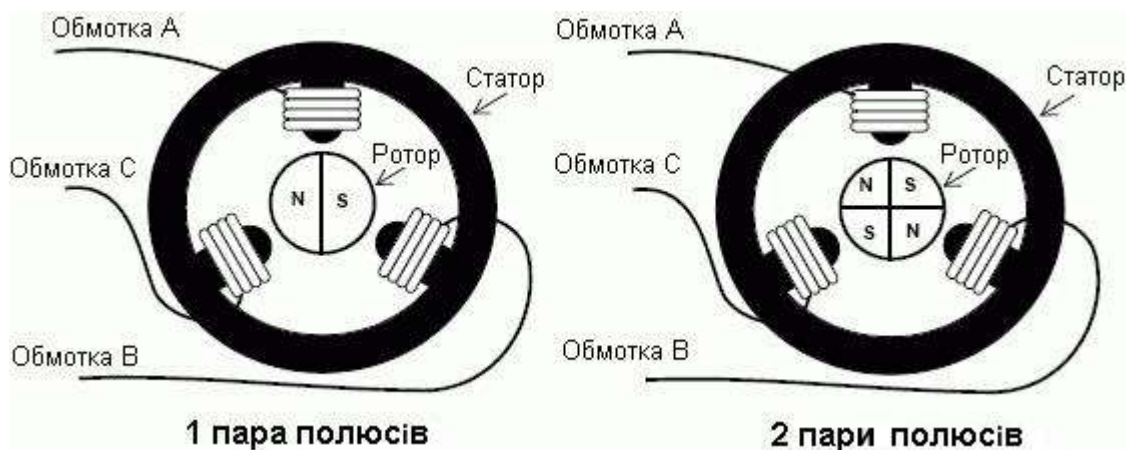
На малюнку 4.1 показана електрична схема заміщення статора. Він складається з трьох обмоток, кожна з яких містить три послідовно включених елемента: індуктивність, опір і зворотня е.р.с.



Малюнок 4.1 Електрична схема заміщення статора (три фази, три обмотки)

Ротор

Ротор БКЕПС складається з парного числа постійних магнітів. Кількість магнітних полюсів в роторі також впливає на розмір кроку обертання і пульсації крутного моменту. Чим більша кількість полюсів, тим менше розмір кроку обертання і менше пульсації крутного моменту. Можуть використовуватися постійні магніти з 1..5 парами полюсів. У деяких випадках число пар полюсів збільшується до 8 (малюнок 4.2).



Малюнок 4.2 - Статор і ротор трифазного, триобмоткового БКЕПС

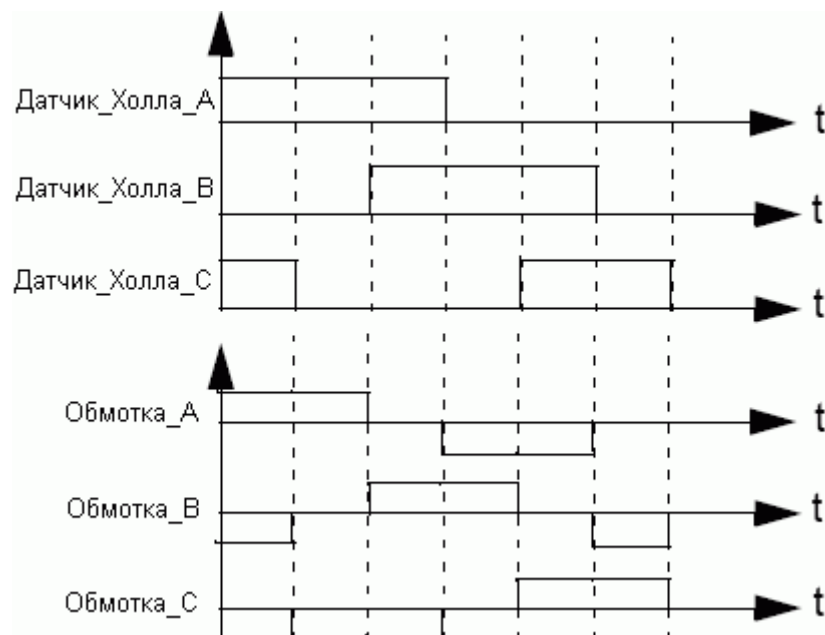
Обмотки встановлені стаціонарно, а магніт обертається. Ротор БКЕПС характеризується легшим вагою щодо ротора звичайного універсального двигуна постійного струму, у якого обмотки розташовані на роторі.

Датчик Холла

Для оцінки стану ротора в корпус двигуна вбудовуються три датчика Холла. Датчики встановлені під кутом 120° по відношенню один до одного. За допомогою даних датчиків можливо виконати 6 різних перемикачів.

Комутація фаз залежить від стану датчиків Холла.

Подача напруги живлення на обмотки змінюється після зміни станів виходів датчиків Холла. При правильному виконанні синхронізованої комутації крутний момент залишається приблизно постійним і високим. Сигнали датчиків Холла в процесі обертання наведені на малюнку 4.3.

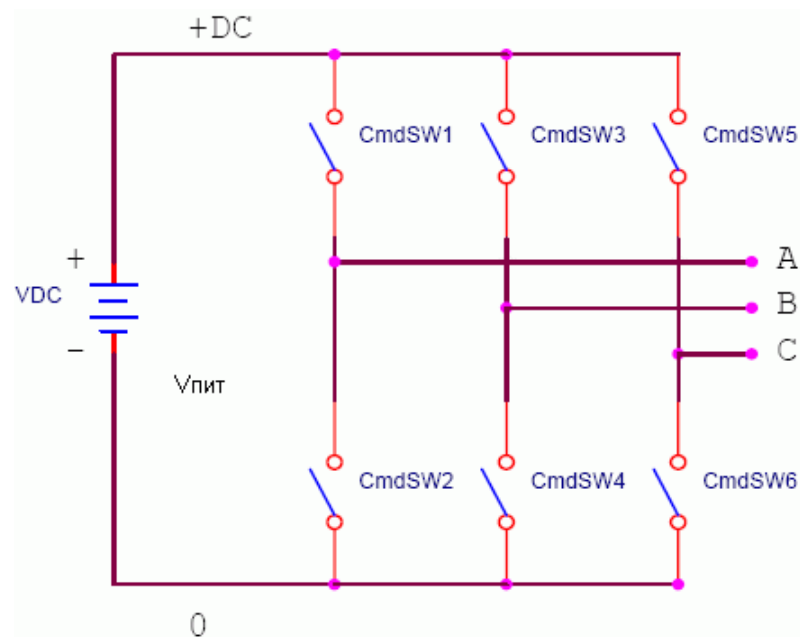


Малюнок 4.3. - Сигнали датчиків Холла в процесі обертання

Комутація фаз

З метою спрощеного опису роботи трифазного БКЕПС розглянемо тільки його версію з трьома обмотками. Як було показано раніше, комутація фаз залежить від вихідних значень датчиків Холла. При коректній подачі напруги на обмотки двигуна створюється магнітне поле і ініціюється обертання. Найбільш поширеним і простим способом управління комутацією, який використовується для управління БКЕПС, є схема включення-відключення, коли обмотка або проводить струм, або ні. В один момент часу можуть бути запитані тільки дві обмотки, а третя залишається відключеною. Підключення обмоток до шин живлення викликає протікання електричного струму. Даний спосіб називається трапецеїдальною комутацією або блоковою комутацією.

Для управління БКЕПС використовується силовий каскад, що складається з трьох півмостів. Схема силового каскаду показана на малюнку 4.4.



Малюнок 4.4 - Силовий каскад

Згідно з отриманими значеннями датчиків Холла визначається, які ключі повинні бути замкнутими.

Таблиця 4.1 - Комутація ключів за годинниковою стрілкою

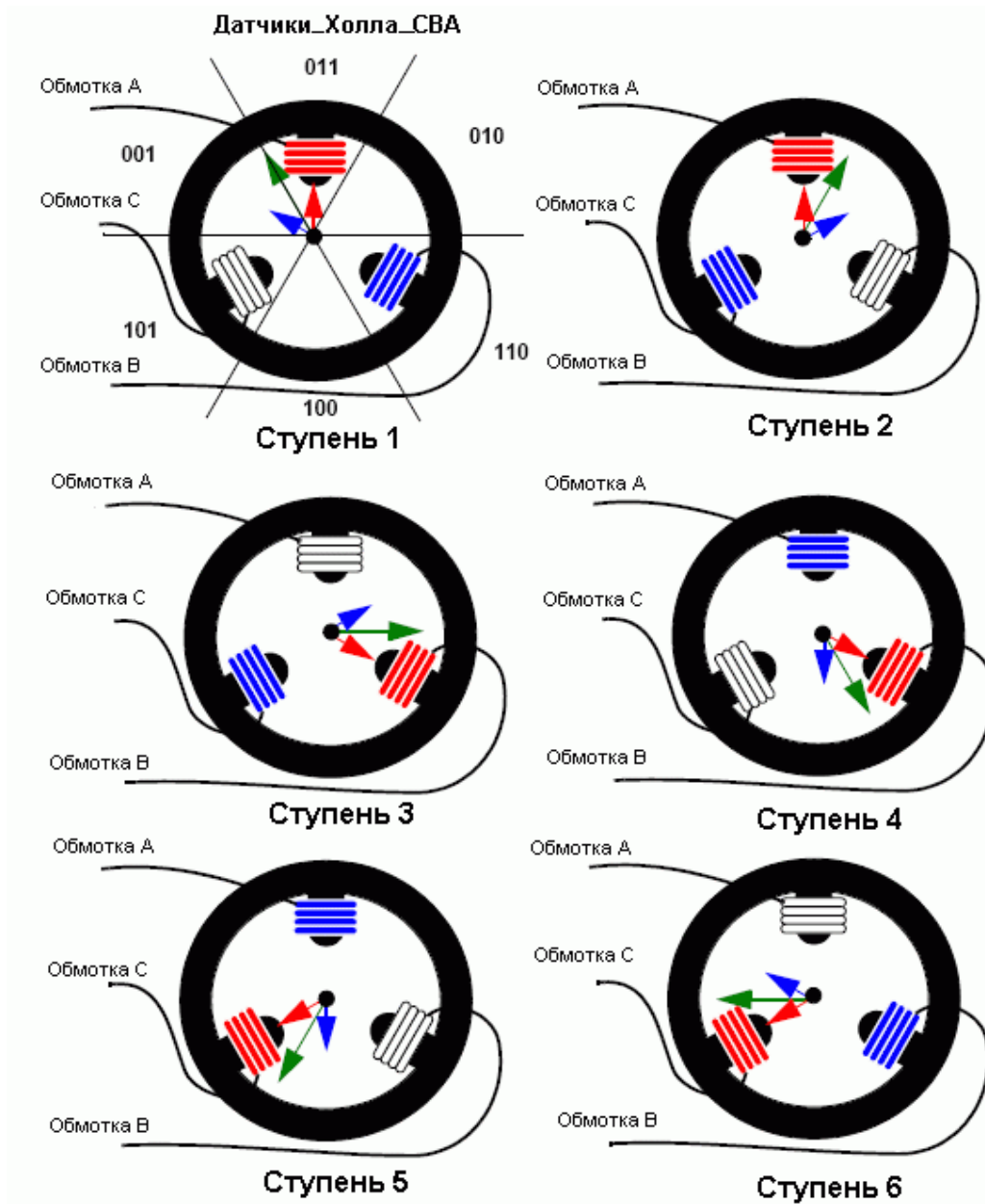
Значення датчиків Холла (Hall_CBA)	Фаза	Ключі
101	A-B	SW1; SW4
001	A-C	SW1; SW6
011	B-C	SW3; SW6
010	B-A	SW3; SW2
110	C-A	SW5; SW2
100	C-B	SW1; SW4

У двигунів з декількома полями електричне обертання не відповідає механічному обертанню. Наприклад, у чотирьохполюсних БКЕПС чотири цикли електричного обертання відповідають одному механічному обертанню.

Від сили магнітного поля залежить потужність і частота обертання двигуна. Регулювати частоту обертання і крутний момент двигуна можна за рахунок зміни струму через обмотки.

Найбільш поширений спосіб керування струмом через обмотки є управління середнім струмом. Для цього використовується широтно-імпульсна модуляція (ШІМ), робочий цикл якої визначає середнє значення напруги на обмотках, а, отже, і середнє значення струму i , як наслідок, частоту обертання. Швидкість може регулюватися при частотах від 20 до 60 кГц.

Поле трифазного, триобмоткового БКЕПС показано на малюнку 4.5.



Малюнок 4.5 - Ступені комутації і поле, що обертається

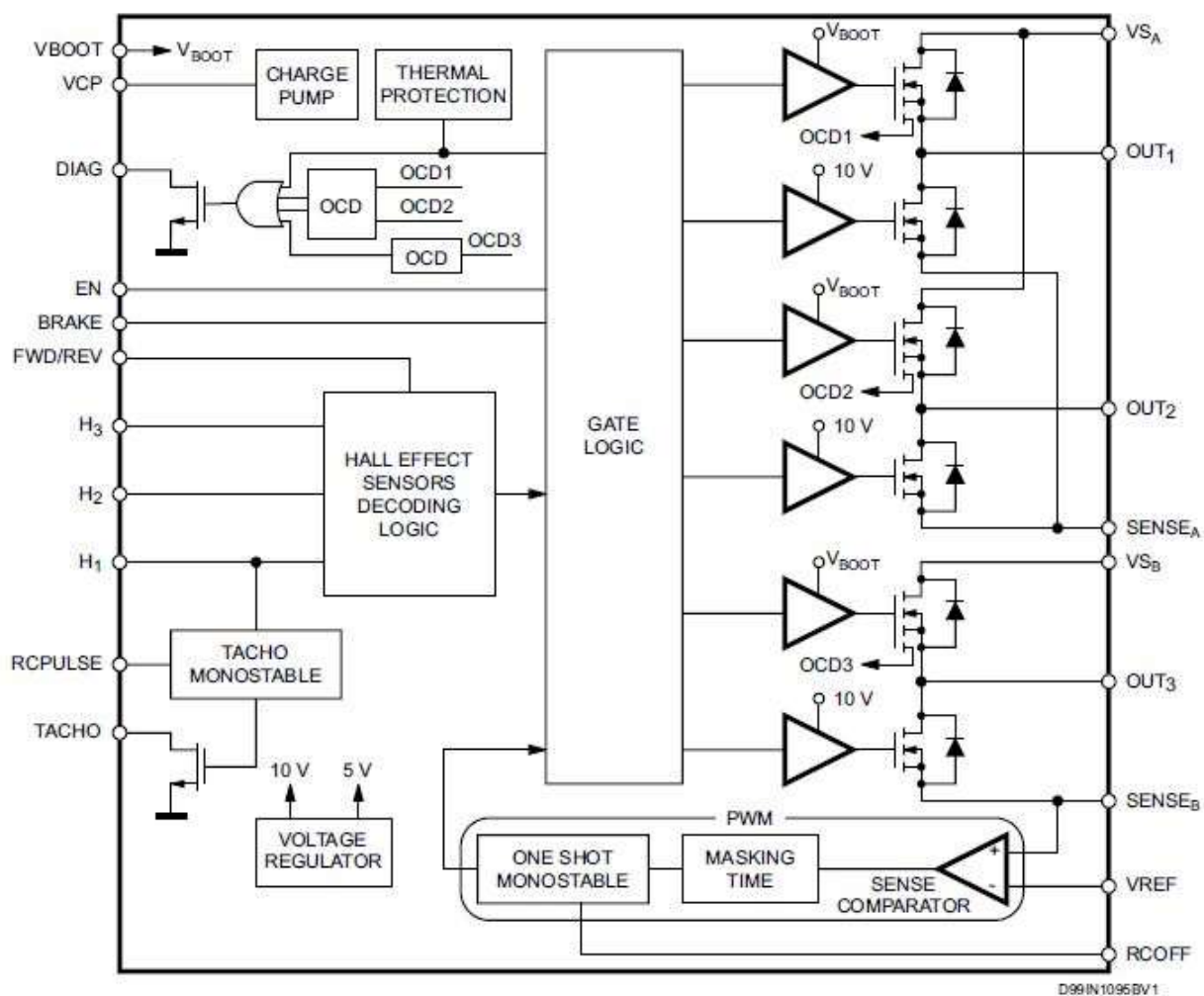
Процес комутації створює обертове поле. На ступені 1 фаза А підключається до позитивної шини живлення ключем SW1, фаза В підключається до загального за допомогою ключа SW4, а фаза С залишається непідключеною. Фазами А і В створюються два вектора магнітного потоку (показані червоною і синій стрілками, відповідно), а сума цих двох векторів дає вектор магнітного потоку статора (зелена стрілка). Після цього ротор намагається слідувати магнітному потоку. Як тільки ротор досягає деякого положення, в якому змінюється стан датчиків Холла зі значення "010" на

"011", виконується відповідним чином перемикання обмоток двигуна: фаза В залишається без живлення, а фаза З підключається до живлення. Це призводить до генерації нового вектора магнітного потоку статора (ступінь 2).

Якщо слідувати схемі комутації, показаної на малюнку 4.5 і в таблиці 4.1, то отримаємо шість різних векторів магнітного потоку, які відповідають шести ступеням комутації. Шість ступенів відповідають одному обороту ротора.

Силовий каскад безколекторного трифазного двигуна постійного струму

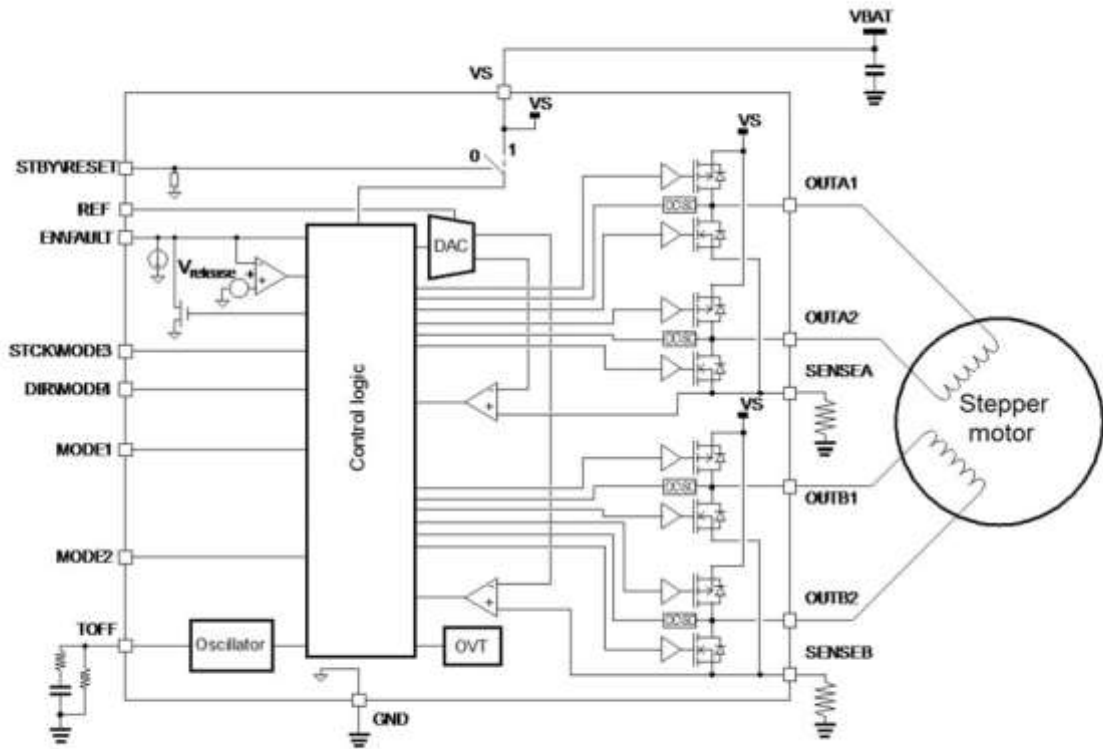
Структура силового каскаду для трифазного двигуна постійного струму приведена на малюнку 4.6.



Малюнок 4.6 - Структура силового каскаду для трифазного двигуна постійного струму

Силовий каскад крокового двигуна

Структура силового каскаду для крокового двигуна постійного струму приведена на малюнку 4.7.



Малюнок 4.7 - Структура силового каскаду для крокового двигуна постійного струму

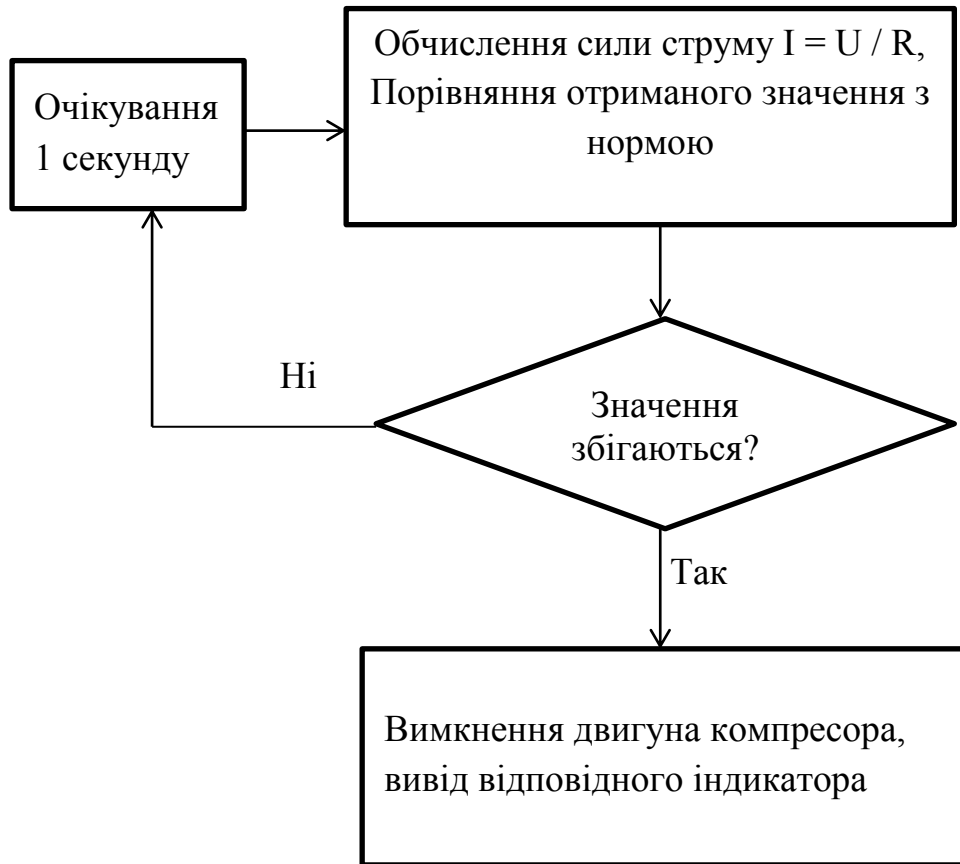
5 БЛОК-СХЕМИ ОСНОВНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

5.1 Блок-схема «Завдання потужності вентиляторів / режим вентиляції»



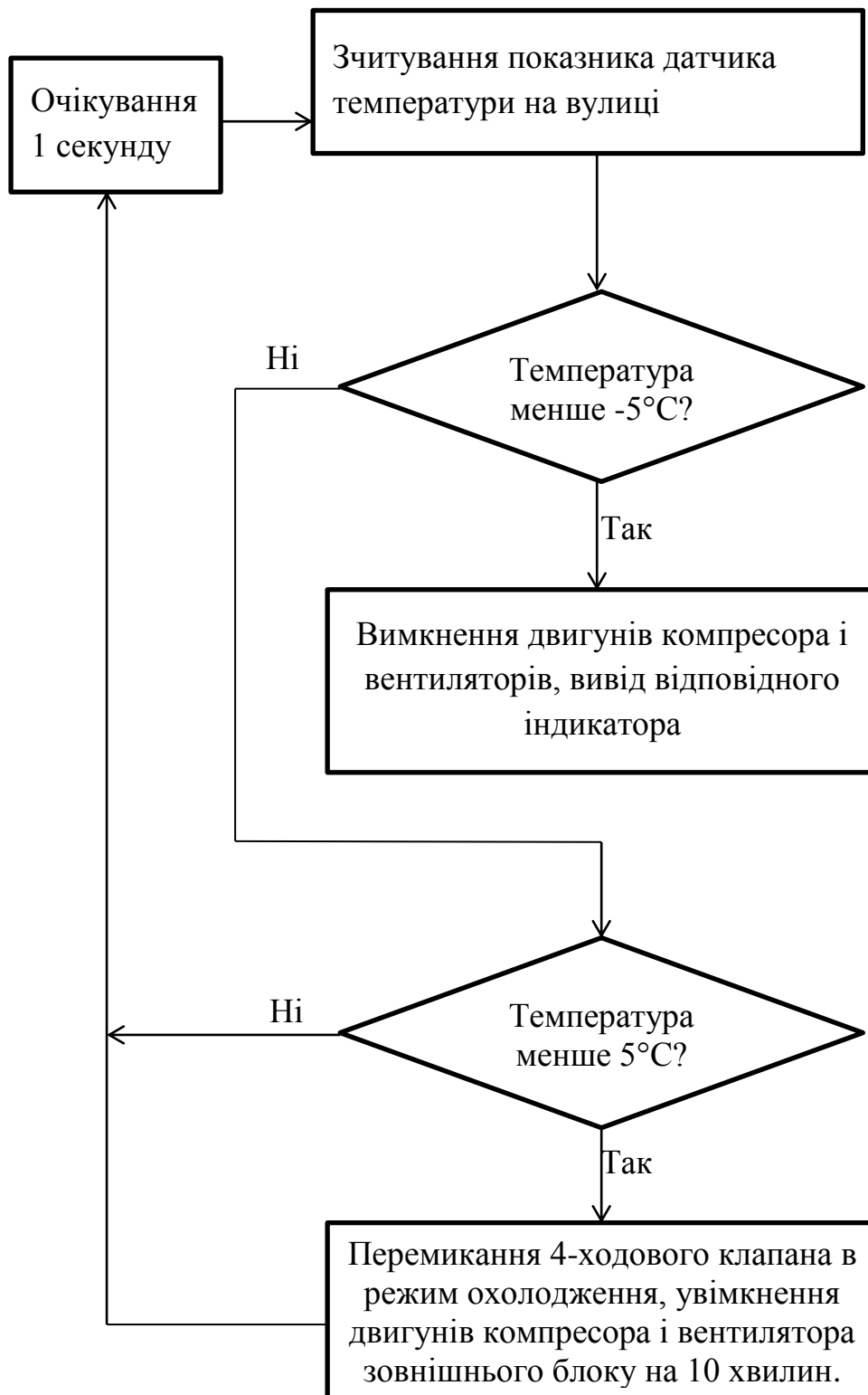
Малюнок 5.1 - Блок-схема «Завдання потужності вентиляторів»

5.2 Блок-схема «Перевірка струму компресора»



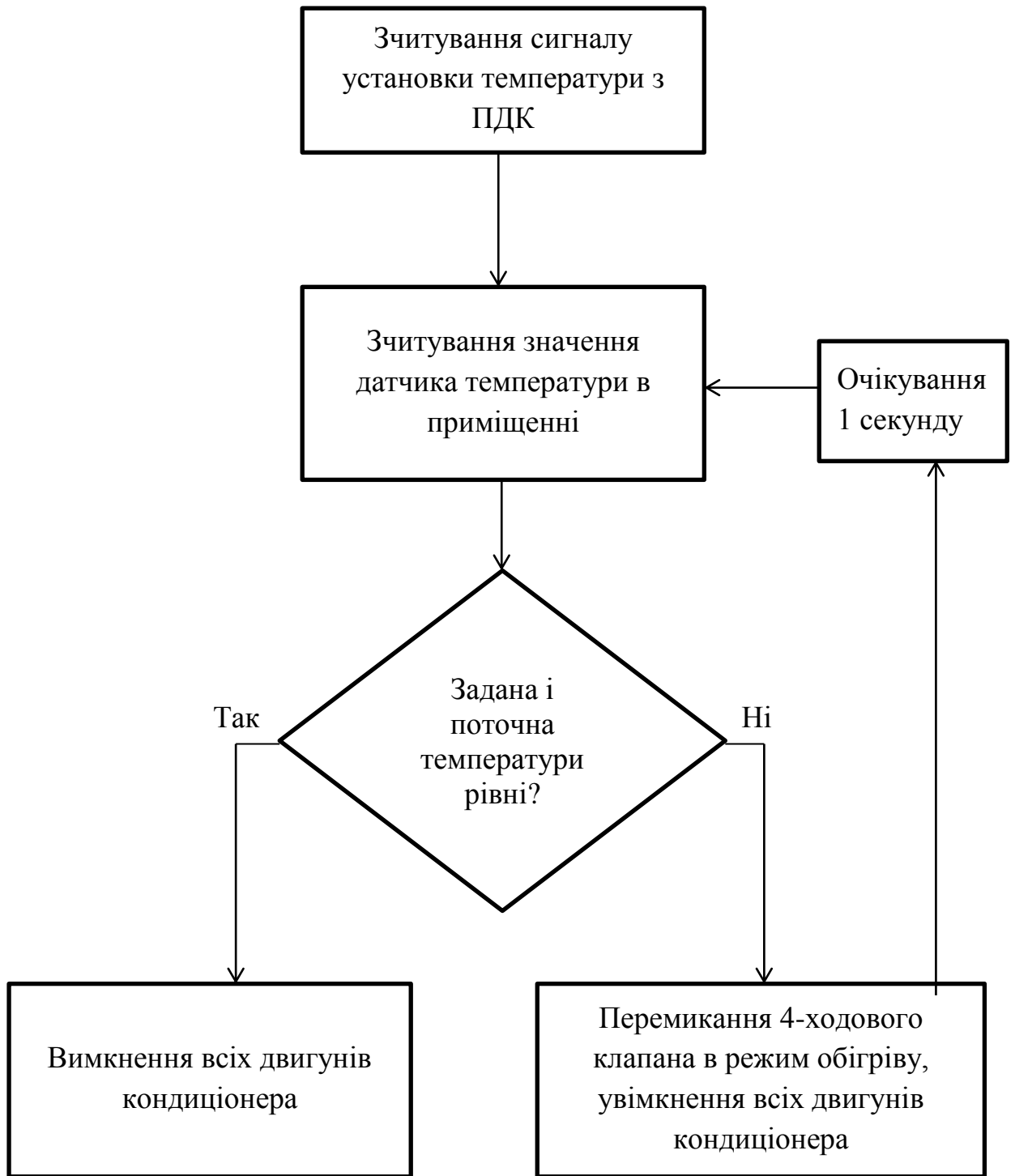
Малюнок 5.2 - Блок-схема «Перевірка струму компресора»

5.3 Блок-схема «Перевірка температури на вулиці»



Малюнок 5.3 - Блок-схема «Перевірка температури на вулиці»

5.4 Блок-схема «Режим обігріву»



Малюнок 4.5 - Блок-схема «Режим обігріву»

5.5 Блок-схема «Режим охолодження»



Малюнок 5.6 - Блок-схема «Режим охолодження»

6 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики.

Завданням даної роботи бакалавра було розробити систему керування мікрохвильовою піччю, і як результат було створено прототип системи керування. За цим прототипом в подальшому розроблятиметься реальна система, яка значно полегшить процес керування мікрохвильовою піччю та приготування їжі. Так як в процесі проектування використовувалося програмування мікроконтролера, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера на якому була розроблена система керування.

6.1.1 Загальні питання з охорони праці

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В законі України «Про охорону праці» визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика,

електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Повітря забруднюється шкідливими хімічними речовинами антропогенного походження за рахунок деструкції полімерних матеріалів, які використовуються для обробки приміщень та обладнання. Неправильна організація робочого місця сприяє загальному і локальній напрузі м'язів ший, тулуба, верхніх кінцівок, викривлення хребта і розвитку остеохондрозу. На всіх підприємствах, в установах, організаціях повинні створюватися безпечні і нешкідливі умови праці. Забезпечення цих умов покладається на власника або уповноважений ним орган (далі роботодавець). Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. Роботодавець повинен впроваджувати сучасні засоби техніки безпеки, які запобігають виробничому травматизмові, і забезпечувати санітарно-гігієнічні умови, що запобігають виникненню професійних захворювань працівників. Він не має права вимагати від працівника виконання роботи, поєднаної з явною небезпекою для життя, а також в умовах, що не відповідають законодавству про охорону праці. Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або людей, які його оточують, і навколишнього середовища.

6.1.2 Правові та організаційні основи охорони праці

Основним організаційним напрямом у здійсненні управління в сфері охорони праці є усвідомлення пріоритету безпеки праці і підвищення соціальної відповідальності держави, і особистої відповідальності працівників.

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Відповідно до статті 3 Закону України «Про охорону праці» (далі – Закону) законодавство про охорону праці складається з Закону, Кодексу законів про працю України, Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності" та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів, норм міжнародного договору (ратифіковані Конвенції і Рекомендації МОТ, директиви Європейської Ради).

На законодавчому рівні визначено такі пріоритетні напрямки з безпеки праці:

- кожен працівник несе безпосередню відповідальність за порушення зазначених Законом, нормами і правилами вимог;
- напрямки реалізації конституційного права громадян на їх життя і здоров'я в процесі трудової діяльності;
- пріоритет життя і здоров'я працівників по відношенню до результатів виробничої діяльності підприємства;
- повна відповідальність роботодавця за створення належних – безпечних і здорових умов праці;
- соціальний захист працівників, повне відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- комплексне розв'язання завдань охорони праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництв, технологій та продукції, а також сприяння підприємствам у створенні безпечних та нешкідливих умов праці;

- соціальний захист працівників, повне відшкодування збитків особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;
- використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці;
- використання світового досвіду організації роботи щодо поліпшення умов і підвищення безпеки праці на основі міжнародної співпраці.

Користувачі персональних комп'ютерів, для яких ця робота є головною, підлягають медичним оглядам: попереднім — під час влаштування на роботу і періодичним — протягом професійної діяльності раз на два роки. Жінок з часу встановлення вагітності та в період годування дитини грудьми до роботи з ПК не допускають.

Обов'язки працівників щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці (ст. 14), відповідальність робітників всіх категорій за порушення вимог щодо охорони праці (ст. 44) та структура організації/виробництв системи управління охорони праці визначені безпосередньо посадовою інструкцією з посадою інженера-електронника № 119, та іншими затвердженими власними нормативними актами з питань охорони праці (правилами, нормами, регламентами, положеннями, стандартами, інструкціями та іншими документами, обов'язковими до виконання), тобто тих, що діють на підприємстві/організації, і визначені у [37], [17].

Наявні трудові відносини між працівниками і роботодавцями в Україні за темою дипломного проекту регулюються Кодексом законів про працю (КЗпП) України, відповідно до якого права працюючої людини на охорону праці охороняються всебічно та норми охорони праці неухильно інтегровані до правил внутрішнього розпорядку організації/підприємства.

6.1.3 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці

В організації/підприємстві проводиться навчання і перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 N 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за N 231/10511 [18].

Також впроваджені організаційні заходи з пожежної безпеки - навчання і перевірку знань відповідно до вимог Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 29.09.2003 N 368, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11.12.2003 за N 1148/8469 [19].

Обов'язковими вимогами враховане наступне:

- не слід допускати до роботи осіб, що в установленому порядку не пройшли навчання, інструктаж та перевірку знань з охорони праці, пожежної безпеки та цих Правил.

- на підприємстві/організації, де експлуатуються ЕОМ з відео дисплейними терміналами (ВДТ) і периферійними пристроями (ПП), розробляється інструкція з охорони праці відповідно до Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.98 N 9, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 07.04.98 за N 226/2666 [20].

- ознайомлення з правилами безпеки праці, одержання відповідних інструктажів засвідчується у журналі інструктажів.

– перед допуском до самостійної роботи кожен працівник має право на навчання з питань охорони праці і роботодавець зобов'язаний, і проводить таке навчання у вигляді двох інструктажів з питань охорони праці:

1) *вступного*, який проводять працівники служби охорони праці об'єкта господарювання з усіма працівниками, яких приймають на роботу незалежно від їхньої освіти та стажу роботи за програмою, в якій подають загальні питання охорони праці із врахуванням її особливостей на об'єкті господарювання;

2) *первинного*, який проводять керівники структурних підрозділів на місці праці з кожним працівником до початку їхньої роботи на цьому робочому місці.

Проходження працівником цих інструктажів з питань охорони праці підтверджується записами у відповідних журналах обліку інструктажів і скріплюється підписами осіб, які проводили інструктажі та осіб, які отримали інструктажі.

3) *Повторний* (не рідше одного разу в 6 місяців);

4) *Позаплановий* (при зміні правил охорони праці);

5) *Поточний* (проводять з працівниками перед виконанням робіт, на яких оформляється наряд-допуск)

– обов'язкові організаційні заходи перед початком, під час і після завершення роботи повинні включати перевірку (візуально) наявності і справності електрообладнання та його заземлення, а під час виконання роботи вимогу «не залишати без нагляду обладнання, яке працює». Після закінчення роботи - вимагається прибирання робочого місця, відключення всіх електроприладів від електромережі.

Не допускається:

– виконувати обслуговування, ремонт та налагодження ЕОМ з ВДТ і ПП безпосередньо на робочому місці оператора;

- зберігати біля ЕОМ з ВДТ і ПП папір, дискети, інші носії інформації, запасні блоки, деталі тощо, якщо вони не використовуються для поточної роботи;
- відключати захисні пристрої, самочинно проводити зміни у конструкції та складі ЕОМ з ВДТ і ПП або їх технічне налагодження;
- працювати з ВДТ, у яких під час роботи з'являються нехарактерні сигнали, нестабільне зображення на екрані тощо;
- працювати з матричним принтером за відсутності вібраційного килимка та зі знятою (піднятою) верхньою кришкою.

6.2 Аналіз стану умов праці

Робота над створенням системи керування пристроєм проходить в приміщенні кафедри університету. Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

6.2.1 Вимоги до приміщень

Геометричні розміри приміщення зазначені в табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Розміри приміщення

Найменування	Значення
Довжина, м	5
Ширина, м	5
Висота, м	3
Площа, м ²	25
Об'єм, м ³	75

Згідно з [21] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам.

Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є дивани і журнальний стіл, обставлені живими квітами. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками, журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою для зручності. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування.

Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

6.2.2 Вимоги до організації місця праці

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця за [22] (табл. 6.2) і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Таблиця 6.2 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	не менше 400
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380

Продовження таблиці 6.2 - Характеристики робочого місця

Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ 800

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомне поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам. Приміщення кабінету знаходиться на другому поверсі трьох поверхової будівлі і має об'єм 78 м³, площу – 18 м². У цьому кабінеті обладнано три місця праці, з яких два укомплектовані ПК.

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 18–24°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум в лабораторії знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення — природна неорганізована, а опалення — централізоване.

Розміщення вікон забезпечує природне освітлення з коефіцієнтом природного освітлення не менше 1,5%, а загальне штучне освітлення, яке здійснюється за допомогою восьми люмінесцентних ламп, забезпечує рівень освітленості не менше 200 Лк.

У кабінеті є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК та периферійні пристрої можуть бути джерелами електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В. Кабінет оснащений переносним вуглекислотним вогнегасником ВВК-5 .

Наявна аптечка для надання долікарської допомоги, а також у кабінеті роблять вологе прибирання та щоденно провітрюють приміщення.

6.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці

Під час виконання випускної роботи бакалавра:

- за фізичним навантаженням робота відноситься до категорії легкі роботи (Ia), її виконують сидячи з періодичним ходінням. Щодо характеру організування виконання дипломної роботи, то він підпадає під нав'язаний режим, оскільки певні розділи роботи необхідно виконати у встановлені конкретні терміни. За ступенем нервово-психічної напруги виконання роботи можна віднести до II – III ступеня і кваліфікувати як помірно напружений – напружений за умови успішного виконання поставлених завдань.

Під час виконання робіт використовують ПК та периферійні пристрої (лазерні та струменеві), що призводить до навантаження на окремі системи організму. Такі перекося у напруженні різних систем організму, що трапляються під час роботи з ПК, зокрема, значна напруженість зорового аналізатора і довготривале малорухоме положення перед екраном, не тільки не зменшують загального напруження, а навпаки, призводять до його посилення і появи стресових реакцій.

Найбільшому ризику виникнення різноманітних порушень піддаються: органи зору, м'язово скелетна система, нервово-психічна діяльність, репродуктивна функція у жінок.

Тобто наявне психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

а) фізичного перевантаження:

- статичного;
- динамічного;

б) нервово-психічного перевантаження:

- розумового перенапруження;
- монотонності праці;

- перенапруження аналізаторів;
- емоційних перевантажень.

Рекомендовано застосування екранних фільтрів, локальних світлофільтрів (засобів індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, а також інші профілактичні заходи на ведені в [22].

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни рекомендовано встановити додаткові регламентовані перерви: *(потрібне вибрати)*:

- для розробників програм тривалістю 15 хв через кожну годину роботи;
- для операторів персональних комп'ютерів тривалістю 15 хв через дві години роботи;
- для операторів комп'ютерного набору тривалістю 10 хв через кожну годину роботи.

6.3 Виробнича санітарія

На підставі аналізу небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації), пожежної безпеки можуть бути надалі вирішені питання необхідності забезпечення працюючих достатньою кількістю освітлення, вентиляції повітря, організації заземлення, тощо.

6.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при виробництві (експлуатації) виробу

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 6.3). Роботу, пов'язану з ЕОП з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконують із забезпеченням виконання [23], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших

приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої. Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є:

- робоча напруга $U=+220\text{В} \pm 5\%$;
- робочий струм $I=2\text{А}$;
- споживана потужність $P=350\text{ Вт}$.

Таблиця 6.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількіс на оцінка	Нормативні документи
1	2	3	4
фізичні			
- підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ, принтерів, сканерів чи/або серверного обладнання для роботи	2	[21]
- підвищений рівень шуму на робочому місці	-//-	2	[24]
- підвищений рівень вібрації	-//-	2	[25]
- підвищена або знижена вологість повітря	-//-	2	[21]
- підвищена або знижена рухливість повітря	-//-	1	[21]
- підвищений рівень іонізуючого випромінення в робочій зоні	-//-	2	[21] [27]
- підвищений рівень електромагнітного випромінення	-//-	2	[27]
- підвищений рівень напруги електричної мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини	-//-	4	[28] [29]
- підвищений рівень статичної електрики	-//-	2	[28]
- підвищена напруженість електричного поля	-//-	2	[27]

Продовження таблиці 6.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

- підвищена напруженість магнітного поля	-//-	2	[27]
- недостатність природного світла	порушення умов праці (вимог до приміщень)	2	[30]
- недостатнє освітлення робочої зони	порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	3	[30]
- підвищена яскравість світла	порушення умов праці (організації місця праці-налагодження моніторів)	1	[22]
- понижена контрастність	-//-	1	[22]
хімічні:			
- загазованість повітря робочої зони, яка впливає на організм людини через органи дихання та надає токсичну і канцерогенну дію	від експлуатації сканерів, принтерів для роботи – O ₃ , оплавлення електричних і комутаційних кабелів, резисторів, конденсаторів, напівпровідникових діодів, транзисторів й інше в ЕОМ та системах кондиціонування повітря - CO, CO ₂ , SO ₂ , P ₂ O ₅ , H ₂ S, HCl, H, NH ₃ , ClF ₃ , F ₂ O ₂ , F ₂ O ₃ , SeO ₂ . SeF ₆ , TeF ₆ , COCl ₂ , SO ₂ F ₂ , інш.	3	[31] [32] [33] [34]
психофізіологічні:			
- нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи	4	[23] [22]
- фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці-сидіння користувача,) та організації робочого часу - безперервна робота)	2	[23] [22]

Робочі місця мають відповідати вимогам Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного

санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 [22]. За умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами (джерелом, яких можуть бути: принтер, сканер та інші джерела виділення багатьох хімічних речовин - наприклад, озону, оксидів азоту та аерозолів високодисперсних частинок тонера), шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

6.3.2 Пожежна безпека

Небезпека розвитку пожежі на обчислювальному центрі обумовлюється застосуванням розгалужених систем електроживлення ЕОМ, вентиляції і кондиціонування. Небезпека загоряння пов'язана з особливістю комп'ютерів - із значною кількістю щільно розташованих на монтажній платі і блоках електронних вузлів і схем, електричних і комутаційних кабелів, резисторів, конденсаторів, напівпровідникових діодів і транзисторів. Надійна робота окремих елементів і мікросхем в цілому забезпечується тільки в певних інтервалах температури, вологості і при заданих електричних параметрах. При відхиленні реальних умов експлуатації від розрахункових можуть виникнути пожежонебезпечні ситуації.

Висока щільність елементів в електронних схемах призводить до значного підвищення температури окремих вузлів (80...100 °С). При проходженні електричного струму по провідниках і деталей виділяється тепло, що в умовах їх високої щільності може привести до перегріву, і може служити причиною запалювання ізоляційних матеріалів. Слабкий опір ізоляційних матеріалів дії температури може викликати порушення ізоляції і привести до короткого замикання між струмоведучими частинами обладнання (шини, електроди). Також ймовірна небезпека внаслідок перевантаження напруги, розрядки зарядів статичної електрики,

пошкодження обладнання та електропроводки. Електростатичний розряд виникає під час тертя двох ізольованих матеріалів. Розряд статичної електрики може виникнути під час роботи вентилятора або комп'ютера. Кабельні лінії є найбільш пожежонебезпечними місцем. Наявність пального ізоляційного матеріалу, ймовірних джерел запалювання у вигляді електричних іскор і дуг, розгалуженість і недоступність роблять кабельні лінії місцем найбільш ймовірного виникнення і розвитку пожежі. Для зниження займистості і здатності поширювати полум'я кабелі покривають вогнезахисними покриттями. Проектом передбачено прокласти проводку: приховано, під знімною підлогою розділяючи негорючими діафрагмами, в малодоступних місцях.

Для гасіння пожеж в офісному приміщенні пропонується використовувати порошкові або вуглекислотні вогнегасники, так як вони є універсальними. Заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), надійно захищені діелектричними щитками та/або сітками з метою недопущення потрапляння працівника під напругу. Дане приміщення оснащено системою автоматичної пожежної сигналізації, має 1 вогнегасник ВП-5 із зарядом вогнегасної речовини 8-12 кг, відповідно до вимог чинного законодавства України. Проходи до засобів пожежогасіння вільні, не захарашуються та у разі потреби забезпечувати евакуацію всіх людей, які перебувають у приміщенні через один евакуаційний вихід з дверима на шляху евакуації, що відчиняється в напрямку виходу з будівлі від робочого місця. В приміщенні наявна затверджена «План-схема евакуації з кабінету (приміщення)».

Пожежна безпека при застосуванні ЕОМ забезпечується:

- 1) системою запобігання пожежі,
- 2) системою протипожежного захисту,
- 3) організаційно-технічними заходами.

Запобігти утворенню горючого середовища (замінити горючі речовини і матеріали на негорючі і важкогорючі) не надається технічно можливим. Тому проектом передбачаються способи і засоби запобігання утворення (або внесення) в горюче середовище джерел запалювання, таких як:

- 1) застосування електроустаткування, відповідної пожежонебезпечної і вибухонебезпечної зонам відповідно до ПУЕ;
- 2) застосування в конструкції швидкодійних засобів захисного відключення можливих джерел запалення;
- 3) виключення можливості появи іскрового розряду в горючому середовищі з енергією, рівної і вище мінімальної енергії запалення.

Згідно [35] таке приміщення, площею 25 м², відноситься до категорії "В" (пожежонебезпечної) та для протипожежного захисту в ньому проектом передбачено устаткування автоматичною пожежною сигналізацією із застосуванням датчиків-сповіщувачів РІД-1 (сповіщувач димовий ізоляційний) в кількості 1 шт., і застосуванням первинних засобів пожежогасіння. Відповідно до норм первинних засобів пожежогасіння пропонується використовувати:

- ручний вуглекислий вогнегасник ОУ-5 в кількості 1 шт. або хімічний пінний ОХП-10 – 1 шт;
- ковдра 1 м², кошму 2×1,5 м² або азбестове полотно 2×2 м² в кількості 1 шт.

Виникнення пожежі можливе, якщо на об'єкті є горючі речовини, окислювач і джерела запалювання. Вірогідність пожежної небезпеки приймається значною, якщо ймовірна взаємодія цих трьох чинників. Горючими компонентами є: будівельні матеріали для акустичної і естетичної обробки приміщень, перегородки, підлоги, двері, ізоляція силових, сигнальних кабелів і т.д.

Горючими матеріалами в приміщенні, де розташовані ЕОМ, є:

- 1) поліамід – матеріал корпусу мікросхем, горюча речовина, температура самозаймання 420 °С,

2) полівінілхлорид – ізоляційний матеріал, горюча речовина, температура запалювання 335 °С, температура самозаймання 530 °С,

3) склотекстоліт ДЦ – матеріал друкарських плат, важкогорючий матеріал, показник горючості 1.74, не схильний до температурного самозаймання,

4) пластикат кабельний №.489 – матеріал ізоляції кабелів, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1,

5) деревина – будівельний і обробний матеріал, з якого виготовлені меблі, горючий матеріал, показник горючості більше 2.1, температура запалювання 255 °С, температура самозаймання 399 °С.

Для відводу теплоти від ЕОМ діє потужна система кондиціонування. Тому кисень, як окиснювач процесів горіння, є в будь-якій точці приміщень обчислювального центру.

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходиться пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно до [35] відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важкозаймісті речовини та матеріали. Приміщенню, у якому розташоване робоче місце, присвоюється II ступень вогнестійкості.

Потенційними джерелами запалювання можуть бути:

- 1) іскри і дуги короткого замикання;
- 2) електрична іскра при замиканні і розмиканні ланцюгів;
- 3) перегриви від тривалого перевантаження,
- 4) відкритий вогонь і продукти горіння,
- 5) наявність речовин, нагрітих вище за температуру самозаймання,
- 6) розрядна статична електрика.

Причинами можливого загоряння і пожежі можуть бути:

- 1) несправність електроустановки;
- 2) конструктивні недоліки устаткування;
- 3) коротке замикання в електричних мережах;

4) запалювання горючих матеріалів, що знаходяться в безпосередній близькості від електроустановки.

Продуктами згорання, що виділяються на пожежі, є: окис вуглецю; сірчистий газ; окис азоту; синильна кислота; акромін; фосген; хлор і ін. При горінні пластмас, окрім звичних продуктів згорання, виділяються різні продукти термічного розкладання: хлорангідридні кислоти, формальдегіди, хлористий водень, фосген, синильна кислота, аміак, фенол, ацетон, стирол [34].

Для захисту персоналу від дії небезпечних і шкідливих чинників пожежі проектом передбачається застосування промислового протигаза, що фільтрує, з коробкою марки «В» із сірою відміткою забарвлення – захист від неорганічних газів (хлор, фтор, бром, сірководень, сірковуглець, хлорціан, галогени), а цей фільтр не захистить від СО (тобто від чадного газу).

Можливе також відповідне застосування фільтрувальної коробки з маркуванням «СО» із фіолетовим забарвленням на фільтрі означає, що він захищає від чадного газу. Або фільтру для протигазу з літерним маркуванням «SX» із фіолетовим забарвленням захистить від спец речовин таких як (зарин, зоман та фосген).

6.3.3 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три- провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для

заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

6.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища

6.4.1 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Іа. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають [21] і наведені в табл. 6.4:

Таблиця 6.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

Період року	Категорія робіт	Температура С⁰	Відносна вологість %	Швидкість руху повітря, м/с
Холодна	легка-1 а	22 - 24	40 – 60	0,1
Тепла	легка-1 а	23 - 25	40 – 60	0,1

Дане приміщення обладнане системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до [21]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [21]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі співробітників, з метою його провітрювання. Існують спеціальні системи кондиціонування, які забезпечують підтримання в приміщенні балансу оптимальних параметрів мікроклімату.

Контроль параметрів мікроклімату в холодний і теплий період року здійснюється не менше 3-х разів на зміну (на початку, середині, в кінці).

6.4.2 Освітлення

Світло є природною умовою існування людини. Воно впливає на стан вищих психічних функцій і фізіологічні процеси в організмі. Хороше освітлення діє тонізуюче, створює гарний настрій, покращує протікання основних процесів вищої нервової діяльності.

Збільшення освітленості сприяє поліпшенню працездатності навіть в тих випадках, коли процес праці практично не залежить від зорового сприйняття. При поганому освітленні людина швидко втомлюється, працює менш продуктивно, виникає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків.

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПЕОМ. Вона багато в чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м.). Якщо вони не облицьовані звукопоглинальним матеріалом, фарбуються білою водоемульсійною фарбою (коефіцієнт відбиття повинен бути не менше 0,7). Для забарвлення стіни панелей рекомендується віддавати перевагу світлим фарбам.

Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працівника на ПЕОМ.

Робота на ПЕОМ може здійснюватися за таких видах освітлення:

- загальному штучному освітленні, коли відео монітори розташовуються по периметру приміщення або при центральному розташуванні робочих місць у два ряди по довжині кімнати з екранами, звернені в протилежні сторони;

- суміщене освітлення (природне + штучне) тільки при одному і трьох рядном розташуванні робочих місць, коли екран і поверхню робочого столу знаходяться перпендикулярно світла несучій стіні. При цьому штучне освітлення буде виконане стельовими або підвісними люмінесцентними світильниками, рівномірно розміщеними по стелі рядами паралельно світловим прорізам так, щоб екран відео монітора знаходився в зоні захисного кута світильника, і його проекції не доводилися на екран. Працюючі на ПЕОМ не повинні бачити відображення світильників на екрані. Застосовувати місцеве освітлення при роботі на ПЕОМ не рекомендується.

Природне освітлення, коли робочі місця з ПЕОМ розташовуються в один ряд по довжині приміщення на відстані 0,8 - 1,0 м від стіни з віконними прорізами, і екрани знаходяться перпендикулярно цієї стіни. Основний потік природного світла при цій повинен бути зліва. Не допускається спрямування основного світлового потоку природного світла праворуч, ззаду і спереду працює на ПЕОМ. Оптимальна відстань очей до екрана відео монітора повинна становити 60-70 см, допустиме не менше 50 см. Розглядати інформацію ближче 50 см не рекомендується.

У проєкті, що розробляється, передбачається використовувати суміщене освітлення. У світлий час доби використовуватиметься природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовуватиметься штучне освітлення. Штучне освітлення створюється газорозрядними лампами.

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин), спектральний складом випромінюваного світла, близький до сонячного. При експлуатації ЕОМ виконується зорова робота IV в розряді точності (середня точність).

При цьому нормована освітленість на робочому місці (E_n) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

У приміщенні, де розташовані ЕОМ передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає [30]. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє ДБН і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

Розрахунок освітлення

Для виробничих та адміністративних приміщень світловий коефіцієнт приймається не менше $1/8$, в побутових – $1/10$:

$$S_b = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{10} \right) \cdot S_n, \quad (5.1)$$

де: S_b – площа віконних прорізів, m^2 ;

S_n – площа підлоги, m^2 .

$$S_n = a \cdot b = 5 \cdot 5 = 25 \text{ м}^2,$$

$$S = 1/8 \cdot 25 = 3,125 \text{ м}^2.$$

Приймаємо 2 вікна площею $S=1,6 \text{ м}^2$ кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого

складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожна.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників n виробляється по формулі (А.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M}, \quad (5.2)$$

де E – нормована освітленість робочої поверхні, визначається нормами – 300 лк;

S – освітлювана площа, m^2 ; $S = 25 m^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп) приймаємо рівним 1,1;

K – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в процесі експлуатації – 1,5;

U – коефіцієнт використання, залежний від типу світильника, показника індексу приміщення і т.п. – 0,575

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

F – світловий потік лампи – 5400лм (для ЛБ-80).

Підставивши числові значення у формулу (5.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{5400 \cdot 0,575 \cdot 2} \approx 2,0$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 2-х світильників, які складаються з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

6.5 Шум та вібрація, електромагнітне випромінювання

Рівень шуму, що супроводжує роботу користувачів персональних комп'ютерів (зумовлений як роботою системних блоків, клавіатури, так і

друкуванням на принтерах, а також зовнішніми чинниками), коливається у межах 50–65 дБА [24]. Шум такої інтенсивності на тлі високого ступеня напруженості праці негативно впливає на функціональний стан користувачів. Тому на практиці рекомендують знижувати фактичний рівень шуму у приміщеннях, де створюють комп'ютерні програми, виконують теоретичні та творчі роботи, проводять навчання до 40 дБА, а в приміщеннях, де виконують роботу, що потребує зосередженості, — до 55 дБА. У залах опрацювання інформації та комп'ютерного набору рівні шуму не повинні перевищувати 65 дБА.

Шум часто є причиною зниження рівня працездатності, підвищення рівня загальної та професійної захворюваності, частоти виробничих травм. Шум є загальнобіологічним подразником, який негативно впливає на всі органи і системи організму. У разі тривалого систематичного впливу шуму може виникнути патологія з переважним ураженням слуху, центральної нервової і серцево-судинної систем.

Для зниження шуму на шляху його поширення передбачається розміщення в приміщенні штучних поглиначів. Для зниження рівня шуму стелю або стіни вище 1.5 - 1.7 метра від підлоги повинні облицьовуватися звукопоглинальним матеріалом з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в області частот 63-8000 Гц. Додатковим звукопоглинанням в КВТ можуть бути фіранки, підвішені в складку на відстані 15-20 см. Від огорожі, виконані з щільної, важкої тканини. У приміщенні з ЕОМ коректований рівень звукової потужності не перевищує 45 дБА. Оскільки рівень шуму не перевищує гранично допустимих величин, які встановлені санітарними нормами, заходи для зниження шуму не проводяться.

Віброізоляція можливо здійснювати за допомогою спеціальної прокладки під системний блок, який послаблює передачу вібрацій робочого столу. Вібрація на робочому місці в приміщенні, що розглядається, відповідає нормам [24]. Допустимий рівень вібрацій на робочому місці: - для 1 ступеня шкідливості до 3 дБ; - для 2-3 - 1-6 дБ; - для 3 - більше 6 дБ.

Для захисту від електромагнітного випромінювання передбачаються наступні заходи:

- 1) застосування нових плазмових моніторів, LG W2271TC,
- 2) віддалення робочого місця не менше, ніж на 0,4 – 0,5 м, оскільки напруженість електричного поля зменшується при віддаленні від джерела поля,
- 3) встановлення раціональних режимів роботи персоналу (обмеження часу перебування),
- 4) раціональне розміщення в робочому приміщенні устаткування, що випромінює електромагнітну енергію.

6.6 Вентилювання

У приміщенні, де знаходяться ЕОМ, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції (вентиляційні шахти), тобто при V приміщення $> 40 \text{ м}^3$ на одного працюючого допускається природна вентиляція. Цей метод забезпечує приток потрібної кількості свіжого повітря, що визначається в СНіП.

Також має здійснюватися провітрювання приміщення, в залежності від погодних умов, тривалість повинна бути не менше 10 хв. Найкращий обмін повітря здійснюється при наскрізному провітрюванні.

6.7 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій

Відповідно до санітарно-гігієнічних нормативів та правил експлуатації обладнання наводимо приклади деяких заходів безпеки.

1) Заходи безпеки під час експлуатації персонального комп'ютера та периферійних пристроїв передбачають:

- правильне організування місця праці та дотримання оптимальних режимів праці та відпочинку під час роботи з ПК;
 - експлуатацію сертифікованого обладнання;
 - дотримання заходів електробезпеки;
 - забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату;
 - забезпечення раціонального освітлення місця праці (освітленість робочого місця не перевищувала 2/3 нормальної освітленості приміщення);
 - облаштовуючи приміщення для роботи з ПК, потрібно передбачити припливно-витяжну вентиляцію або кондиціонування повітря:
 - а) якщо об'єм приміщення 20 м³, то потрібно подати не менш як 30 м³/год повітря;
 - б) якщо об'єм приміщення у межах від 20 до 40 м³, то потрібно подати не менш як 20 м³/год повітря;
 - в) якщо об'єм приміщення становить понад 40 м³, допускається природна вентиляція, у випадку, коли немає виділення шкідливих речовин.
 - зниження рівня шуму та вібрації:
 - а) у джерелі виникнення, шляхом застосування раціональних конструкцій, нових матеріалів і технологічних процесів;
 - б) звукоізолювання устаткування за допомогою глушників, резонаторів, кожухів, захисних конструкцій, оздоблення стін, стелі, підлоги тощо;
 - в) використання засобів індивідуального захисту).
- 2) *Заходи безпеки під час експлуатації інших електричних приладів передбачають дотримання таких правил:*
- постійно стежити за справним станом електромережі, розподільних щитків, вимикачів, штепсельних розеток, лампових патронів, а також мережевих кабелів живлення, за допомогою яких електроприлади під'єднують до електромережі;
 - постійно стежити за справністю ізоляції електромережі та мережевих кабелів, не допускаючи їхньої експлуатації з пошкодженою ізоляцією;

- не тягнути за мережевий кабель, щоб витягти вилку з розетки;
- не закривати меблями, різноманітним інвентарем вимикачі, штепсельні розетки;
- не підключати одночасно декілька потужних електропристроїв до однієї розетки, що може викликати надмірне нагрівання провідників, руйнування їхньої ізоляції, розплавлення і загоряння полімерних матеріалів;
- не залишати включені електроприлади без нагляду;
- не допускати потрапляння всередину електроприладів крізь вентиляційні отвори рідин або металевих предметів, а також не закривати їх та підтримувати в належній чистоті, щоб уникнути перегрівання та займання приладу;
- не ставити на електроприлади матеріали, які можуть під дією теплоти, що виділяється, загорітися (канцелярські товари, сувенірну продукцію тощо).

Вимоги безпеки при надзвичайних ситуаціях:

1) При раптовому припиненні подачі електричної енергії вимкнути всі пристрої ПК в такій послідовності: периферійні пристрої, ВДТ, системний блок, стабілізатор (або блок безперервного живлення). Витягнути вилки з розеток. При наявності ознак горіння (дим, запах горілого) необхідно вимкнути всі пристрої ПК, знайти місце загоряння і виконати всі можливі заходи для його ліквідації, попередивши терміново про це керівництво. У випадку виникнення пожежі негайно попередити про це пожежну частину та керівництво, виконати усі можливі заходи по евакуації людей з приміщення і розпочати гасіння пожежі первинними засобами пожежогашіння.

2) При замиканні, перевантаженні електричного струму на електричному обладнанні, внаслідок ураження грозової блискавки та ймовірної небезпеки ураженням електричним струмом, приймають наступне:

- попередження замикання здійснюється правильним вибором, монтажем експлуатації мереж;

- застосування захисту схем у вигляді швидкодіючих реле, а також вимикачів, плавких запобіжників, автоматичних вимикачів.

а) У випадку дотику до корпусу та інших струмоведучих частин електроустановки, що опинилися під напругою використовують захисне заземлення - зниження до безпечних значень напруги дотику і кроку, обумовлених замиканням на корпус та ін. Це досягається шляхом, зменшення потенціалу заземленого обладнання (за рахунок підйому потенціалу підстави, на якому стоїть людина, до значення, близького до значення потенціалу заземленого обладнання) та відключення від загальної електромережі ураженого обладнання.

б) У випадку замикання фази на корпус, зниження ізоляції мережі нижче визначеної межі і, нарешті, в разі дотику людини безпосередньо до частини, що знаходиться під напругою. Основними елементами пристрою захисного відключення є прилад захисного відключення і автоматичний вимикач.

Прилад захисного відключення - сукупність окремих елементів, які приймають вхідну величину, реагує на її зміни і при заданому значенні дають сигнал на її відключення вимикача:

- датчику - вхідна ланка пристрою, що сприймають впливу ззовні і здійснюють перетворення цього впливу в відповідний сигнал;

- підсилювача, призначений для посилення сигналу датчика, якщо він виявляється недостатньо потужним;

- ланцюгів контролю, службовці періодичної перевірки справності захисного відключення;

- допоміжних елементів - сигнальні лампи і вимірювальні прилади, що характеризують стан електроустановки.

Автоматичний вимикач - апарат, призначений для включення і вимикання від ланцюгів під навантаженням і при коротких замиканнях. Він повинен включати ланцюг автоматично при надходженні сигналу від приладу захисного відключення.

Також застосовують різні електричні захисні засоби від ураження струмом:

а) Ізолюючі - ізолюють людини від струмоведучих або заземлених частин, а так-же від землі. Вони діляться на основні та додаткові.

б) Основні - володіють ізоляцією, здатної довго витримувати робоче напругу електроустановки і тому ними дозволяється стосуватися струмоведучих частин, знаходячи-трудящих під напругою. До них відносяться: в електроустановках до 1000 Вт - діелектричної рукавички, ізолюючі штанги, ізолюючі і електровимірювальні кліщі і т.д .; понад 1000 Вт - ізолюючі штанги, і електровимірювальні кліщі, а також кошти для ремонтних робіт під напругою понад 1000Вт.

в) Запобіжні - володіють ізоляцією нездатною витримати робоча напруга електроустановки, і тому вони не можуть самостійно захищати людину від ураження струмом під цим напругою. Їх значення - посилити захисні дії основних і ізолюючих засобів, разом з якими вони повинні застосовуватися, при чому при використанні основних захисних засобів достатньо застосування одного запобіжного захисного засобу. До запобіжних відносяться засоби в електроустановках до 1000 Вт - діелектричні калоші килимки, а також ізолюючі підставки.

Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі)

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом [36], приміщення в якому проводяться всі роботи відноситься до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контура заземлення повинен мати не більше 4 Ом.

Розрахунок проводять за допомогою методу коефіцієнта використання (екранування) електродів. Коефіцієнт використання групового

заземлювача η – це відношення діючої провідності цього заземлювача до найбільш можливої його провідності за нескінченно великих відстаней між його електродами. Коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів η_v в залежності від розміщення заземлювачів та їх кількості знаходиться в межах 0,4...0,99. Взаємну екрануючу дію горизонтального заземлювача (з'єднувальної смуги) враховують за допомогою коефіцієнта використання горизонтального заземлювача η_c .

Послідовність розрахунку.

1) Визначається необхідний опір штучних заземлювачів $R_{шт.з.}$:

$$R_{шт.з.} = \frac{R_d \cdot R_{пр.з.}}{R_{пр.з.} - R_d}, \quad (5.3)$$

де $R_{пр.з.}$ – опір природних заземлювачів; R_d – допустимий опір заземлення. Якщо природні заземлювачі відсутні, то $R_{шт.з.} = R_d$.

Підставивши числові значення у формулу (А.3), отримуємо:

$$R_{шт.з.} = \frac{4 \cdot 40}{40 - 4} \approx 4 \text{ Ом}$$

2) Опір заземлення в значній мірі залежить від питомого опору ґрунту ρ , Ом·м. Приблизне значення питомого опору глини приймаємо $\rho = 40$ Ом·м (табличне значення).

3) Розрахунковий питомий опір ґрунту, $\rho_{розр.}$, Ом·м, визначається відповідно для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.}$ і горизонтальних $\rho_{розр.г.}$, Ом·м за формулою:

$$\rho_{розр.} = \psi \cdot \rho, \quad (5.4)$$

де ψ – коефіцієнт сезонності для вертикальних заземлювачів І кліматичної зони з нормальною вологістю землі, приймається для вертикальних заземлювачів $\rho_{розр.в.} = 1,7$ і горизонтальних $\rho_{розр.г.} = 5,5$ Ом·м.

$$\rho_{розр.в.} = 1,7 \cdot 40 = 68 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{розр.г.} = 5,5 \cdot 40 = 220 \text{ Ом} \cdot \text{м}$$

4) Розраховується опір розтікання струму вертикального заземлювача R_B , Ом, за (5.5).

$$R_B = \frac{\rho_{\text{розр.в}}}{2 \cdot \pi \cdot l_B} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_B}{d_{\text{ст}}} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_B}{4 \cdot t - l_B} \right), \quad (5.5)$$

де l_B – довжина вертикального заземлювача (для труб - 2–3 м; $l_B=3$ м);

$d_{\text{ст}}$ – діаметр стержня (для труб - 0,03–0,05 м; $d_{\text{ст}}=0,05$ м);

t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, яка визначається за ф. (А.6):

$$t = h_B + \frac{l_B}{2}, \quad (5.6)$$

де h_B – глибина закладання вертикальних заземлювачів (0,8 м);

тоді $t = 0,8 + \frac{3}{2} = 2,3$ м

$$R_B = \frac{68}{2 \cdot \pi \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,05} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2,3 + 3}{4 \cdot 2,3 - 3} \right) = 18,5 \text{ Ом}$$

5) Визначається теоретична кількість вертикальних заземлювачів n штук, без урахування коефіцієнта використання η_B :

$$n = \frac{2 \cdot R_B}{R_d} = \frac{2 \cdot 18,5}{4} = 9,25 \quad (5.7)$$

Γ визначається коефіцієнт використання вертикальних електродів групового заземлювача без врахування впливу з'єднувальної стрічки $\eta_B = 0,57$ (табличне значення).

б) Визначається необхідна кількість вертикальних заземлювачів з урахуванням коефіцієнта використання n_B , шт:

$$n_B = \frac{2 \cdot R_B}{R_d \cdot \eta_B} = \frac{2 \cdot 18,5}{4 \cdot 0,57} = 16,2 \approx 16 \quad (5.8)$$

7) Визначається довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м:

$$l_c = 1,05 \cdot L_B \cdot (n_B - 1), \quad (5.9)$$

де L_B – відстань між вертикальними заземлювачами, (прийняти за $L_B = 3$ м); n_B – необхідна кількість вертикальних заземлювачів.

$$l_c = 1,05 \cdot 3 \cdot (16 - 1) \approx 48 \text{ м}$$

8) Визначається опір розтіканню струму горизонтального заземлювача (з'єднувальної стрічки) R_Γ , Ом:

$$R_\Gamma = \frac{\rho_{\text{розр.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_c} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_c^2}{d_{\text{см}} \cdot h_\Gamma}, \quad (5.10)$$

де $d_{\text{см}}$ – еквівалентний діаметр смуги шириною b , $d_{\text{см}} = 0,95b$, $b = 0,15$ м;
 h_Γ – глибина закладання горизонтальних заземлювачів (0,5 м);

l_c – довжина з'єднувальної стрічки горизонтального заземлювача l_c , м

$$R_\Gamma = \frac{220}{2 \cdot \pi \cdot 48} \cdot \ln \frac{2 \cdot 48^2}{0,95 \cdot 0,15 \cdot 0,5} = 8,1 \text{ Ом}$$

9) Визначається коефіцієнт використання горизонтального заземлювача η_c відповідно до необхідної кількості вертикальних заземлювачів n_B .

Коефіцієнт використання з'єднувальної смуги $\eta_c = 0,3$ (табличне значення).

10) Розраховується результуючий опір заземлювального електроду з урахуванням з'єднувальної смуги:

$$R_{\text{заг}} = \frac{R_B \cdot R_\Gamma}{R_B \cdot \eta_c + R_\Gamma \cdot n_B \cdot \eta_B} \leq R_d. \quad (5.11)$$

Висновок: дане захисне заземлення буде забезпечувати електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{\text{заг}} < 4$ Ом, а саме:

$$R_{\text{зар}} = \frac{18,5 \cdot 8,1}{18,5 \cdot 0,3 + 8,1 \cdot 16 \cdot 0,57} = 1,9 \leq R_{\text{д}}$$

3) При виникненню пожеж при роботі на ПЕОМ від таких можливими джерел запалювання як:

- іскри і дуги коротких замикань;
- перегрів провідників, резисторів та інших радіодеталей ПЕОМ, від тривалої перевантаження та наявності перехідного опору;
- іскри при розмиканні і розмиканні ланцюгів;
- розряди статичної електрики;
- необережному поводженню з вогнем, а також вибухи газо-повітряних і паро-повітряних сумішей.

Важливу увагу слід звернути на пожежну безпеку підприємства в цілому і окремих його приміщень. В приміщеннях не повинно накопичуватися сміття, непотрібний папір, мотлох та ін. речі, які не використовуються у виробничому процесі. Наявний вільний аварійний вихід за межі приміщення в разі пожежі, бути передбачені вогнегасники. Вони повинні бути в робочому стані і перевірятися згідно з нормами. У приміщеннях повинна бути пожежна сигналізація, вогнегасник. У разі виникнення пожежі необхідно повідомити в найближчу пожежну частину, забезпечити інших працівників і по можливості прийняти кроки по запобіганню можливих наслідків та усуненню пожежі.

ВИСНОВКИ

В дипломній роботі:

розглянута структура кондиціонера на прикладі спліт-системи настінного типу;

вивчено будову та принцип роботи;

розглянуто найважливіші функції і системи захисту;

розроблено інформаційну модель системи керування кондиціонером;

розглянуто поняття «інверторний кондиціонер», його переваги та необхідні засоби для реалізації; поняття «ШІМ (широко-імпульсна модуляція)»;

визначені вимоги до параметрів мікроконтролера керуючої системи.

Розглянуто архітектури та структурні особливості мікроконтролерів.

розглянуто два представника мікроконтролерів популярних фірм NXP і STM. Обрано мікроконтролер фірми NXP.

розглянуті та обрані типи електродвигунів, силові каскади для управління;

наведено структурні схеми мікроконтролера, силових каскадів, а також блок-схеми основних режимів роботи системи керування.

В розділі 6 було виконано аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом написаному в кваліфікаційній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника.

Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Були наведені розміри приміщення та значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення

яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Klimat Group – <http://klimat-group.com.ua/>
2. РФК КЛИМАТ – http://www.rfclimat.ru/htm/con_cons.htm
3. Амперка –
<http://wiki.amperka.ru/%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82-arduino:%D1%88%D0%B8%D0%BC>
4. Элтіс – <http://www.eltis.ua/info/720/11635>
5. Компэл – <http://www.compel.ru/lib/ne/2011/2/3-stm32-epoha-32-bitnyih-mikrokontrollerov-nastupila>
6. Lpc1754 Datasheet PDF – www.alldatasheet.com/Lpc1754
7. SKY Components – <http://skycomponents.com/novosti/novyie-mikrokontrolleryi-stm32w-so-vstroennyim-radiomodulem-ot-stmicroelectronics.htm>
8. Справочник по электронным компонентам –
<http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/app/micros/avr/AVR492.htm>
9. Википедия –
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D0%B4%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BE%D0%BD%D0%B5%D1%80>
10. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%B8%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%BE-%D0%B8%D0%BC%D0%BF%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%81%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%B%D1%8F%D1%86%D0%B8%D1%8F
11. <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D0%BA%D1%80%D0%BE%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B%D0%BB%D0%B5%D1%80>
12. [https://ru.wikipedia.org/wiki/ARM_\(%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/ARM_(%D0%B0%D1%80%D1%85%D0%B8%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0))
13. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B4%D0%B2%D0%B8%D0%B3%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BB%D1%8C
14. Жидецкий В. Ц., Джигирей В. С., Мельников А. В. Основы охорони праці: Підручник – Львів, Афіша, 2008 – 351с.
15. Денисенко Р. Ф. Охорона праці: Підруч. посібник – М., Вища школа, 1989 – 319с.
16. Самгін Е. Б. Освітлення робочих місць. – М.: МІРЕА, 1989. – 186з.

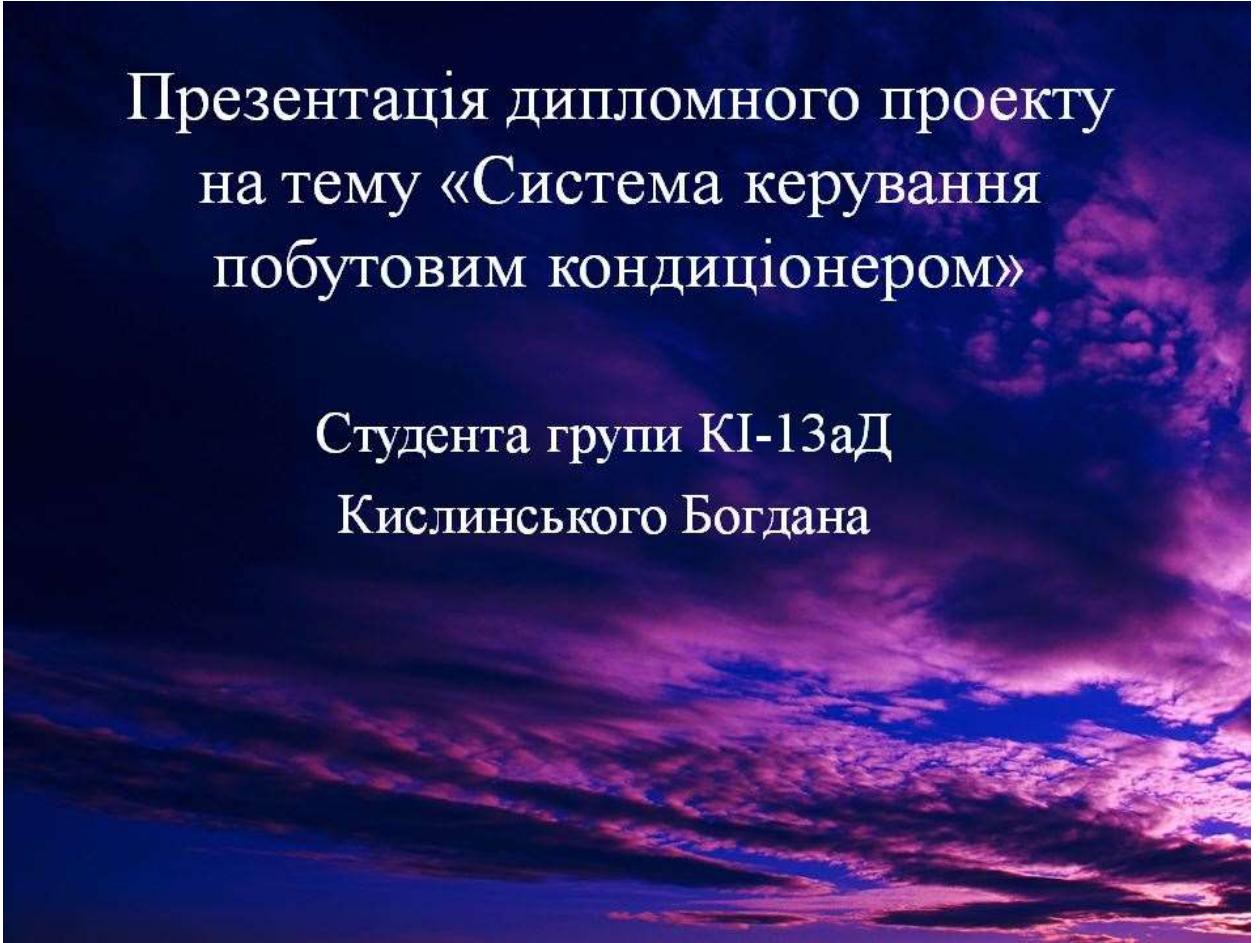
- 17.«Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві»
- 18.НПАОП 0.00-4.12-05
- 19.НАПБ Б.02.005-2003
- 20.НПАОП 0.00-4.15-98
- 21.ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
- 22.ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»
- 23.НПАОП 0.00.-1.28-10 «Правил охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин»
- 24.ДСН 3.3.6.037-99
25. ДСН 3.3.6.039-99
- 26.ДСТУ ГОСТ 12.1.012-90
- 27.ГОСТ 12.1.006-84
- 28.ГОСТ 12.1.030-81
- 29.ГОСТ 13109-97
- 30.ДБН В.2.5-28:2015
- 31.НПАОП 40.1-1.21-98
- 32.ДБН В.2.5-67:2013
- 33.ГОСТ 12.1.005-88
- 34.ГОСТ 12.1.044-89
- 35.НАПБ Б.03.002-2007
- 36.НПАОП 40.1-1.01-97
- 37.НПАОП 0.00-6.03-93

ДОДАТОК

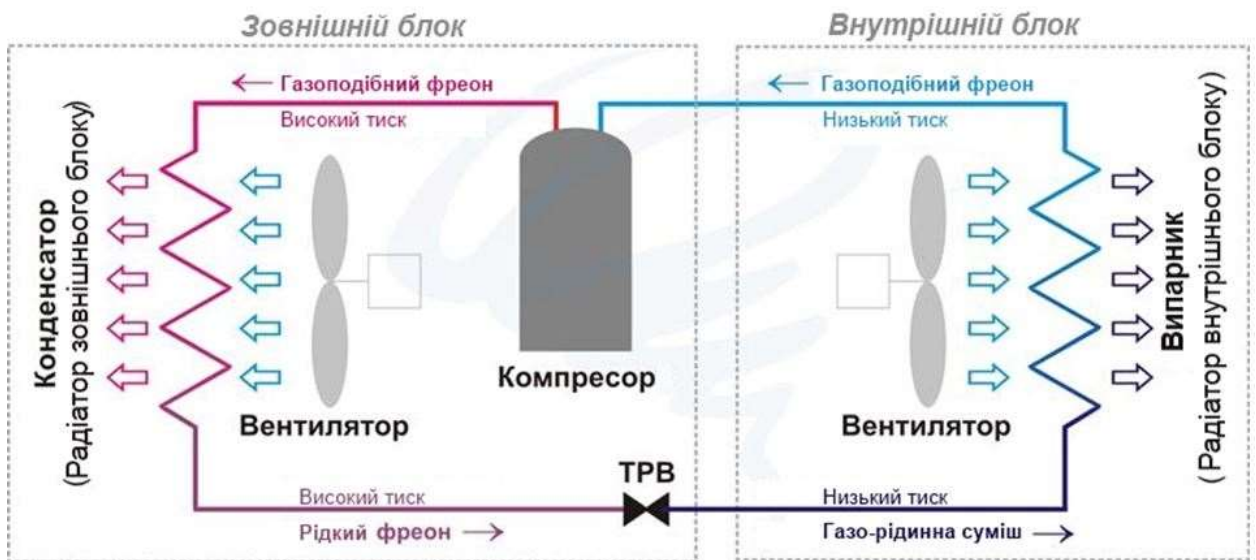
Презентація дипломного проекту

Презентація дипломного проекту
на тему «Система керування
побутовим кондиціонером»

Студента групи КІ-13аД
Кислинського Богдана



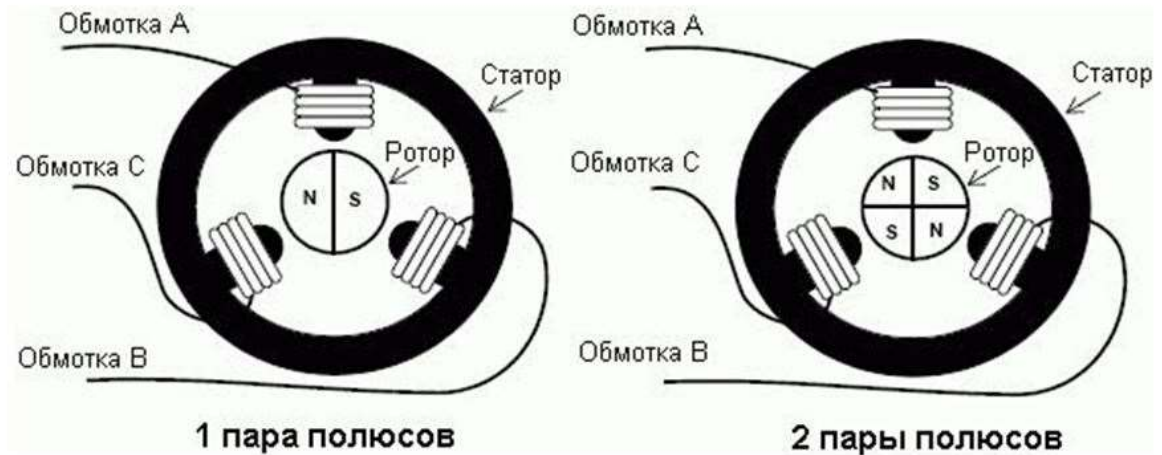
Побутові кондиціонери можна розділити на три групи, виходячи з їх конструкції: віконні, мобільні і спліт системи. Принцип роботи кондиціонера спліт системи:



Інверторний кондиціонер

Блок інвертора в таких кондиціонерах перетворює змінну напругу живлення у постійну (цей процес називається інвертування), що дозволяє плавно змінювати частоту оборотів компресора і тим самим регулювати потужність кондиціонера. В процесі роботи інверторного кондиціонера не виникає постійних циклів увімкнення/вимкнення компресора, тому інверторні спліт-системи більш точно підтримують задану температуру і, як правило, менше шумлять.

Устройство трёхфазного бесколлекторного двигателя постоянного тока



Поле трифазного, триобмоткового БКЕПС, що обертається

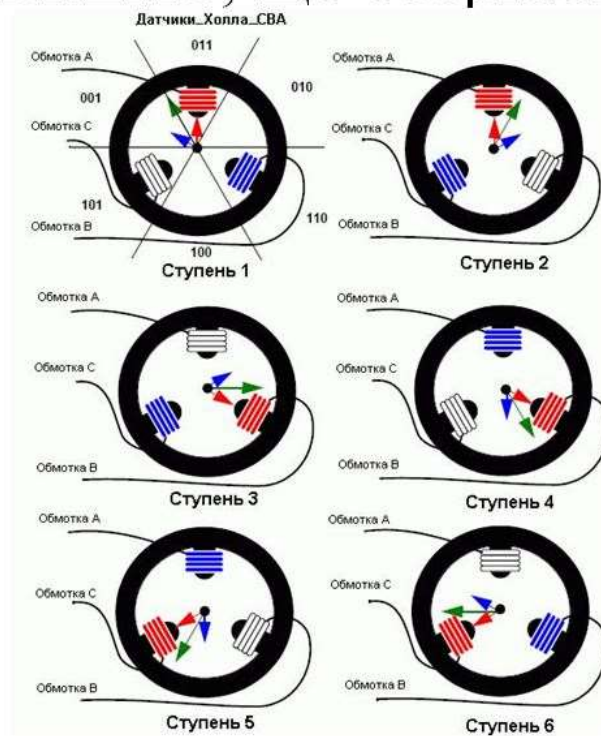
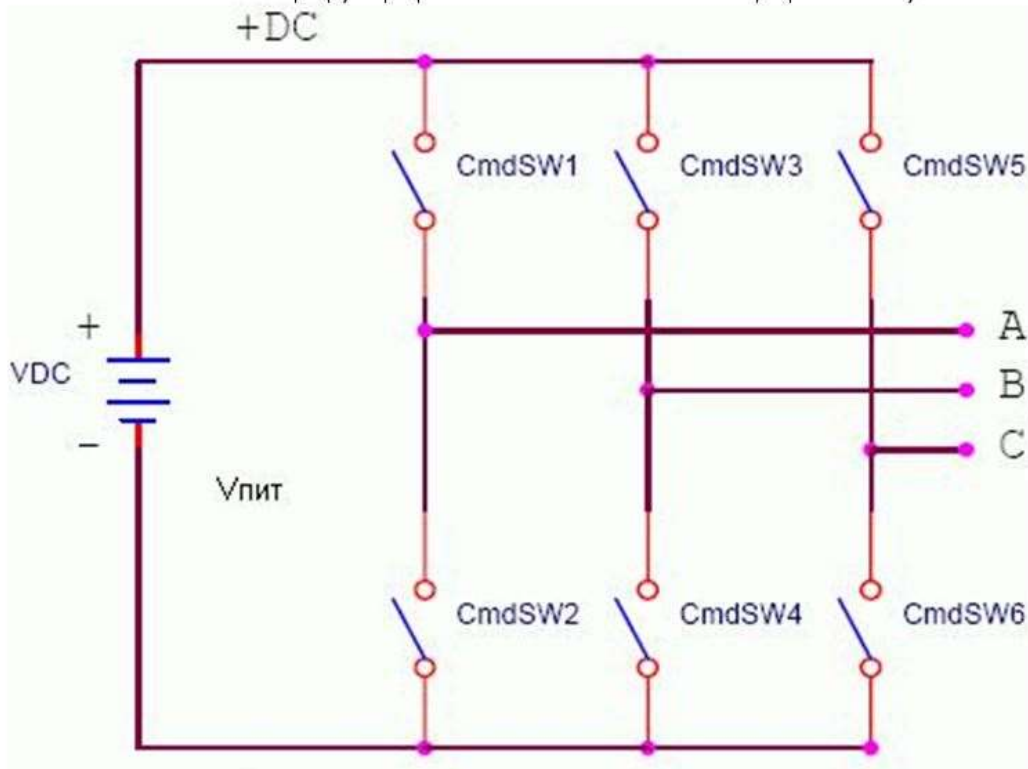
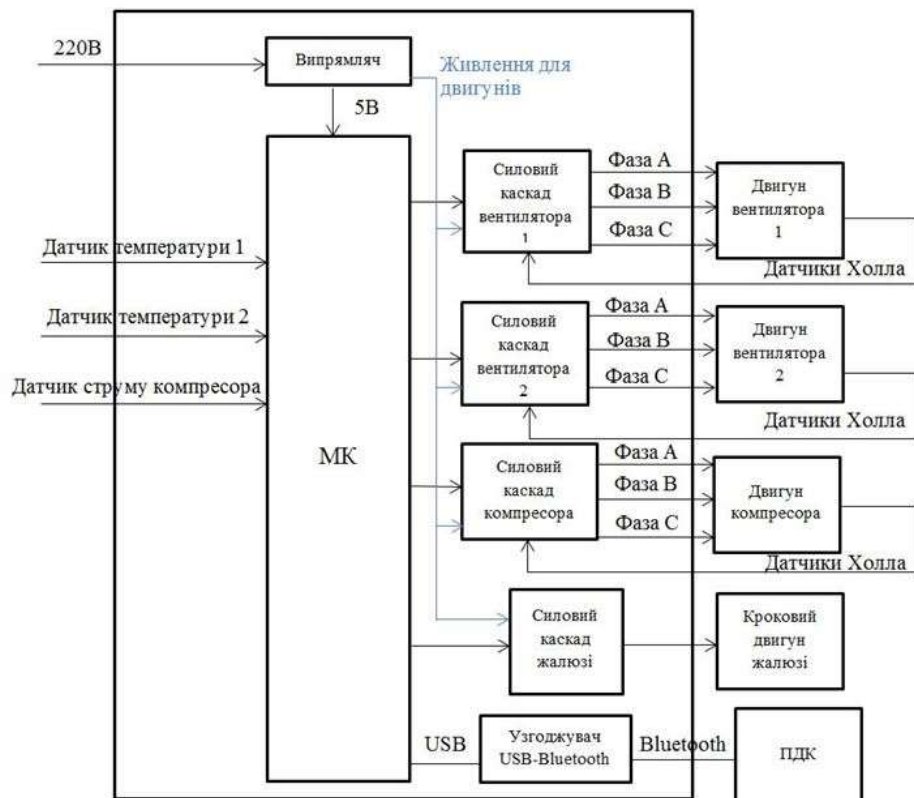


Схема підключення силового каскаду до обмоток двигуна



Інформаційна модель

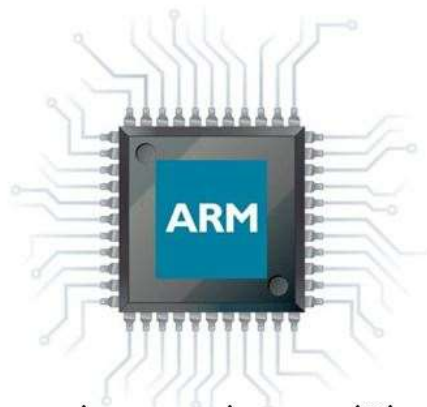


ВИБІР МІКРОКОНТРОЛЕРА

Мікроконтролер — мікросхема, призначена для управління електронними пристроями.

За архітектурою ядра розрізняють:

- 8-розрядні МК;
- 16-розрядні МК;
- 32-розрядні МК.



В даний час архітектура ARM займає лідируючі позиції і охоплює понад 75% ринку 32-розрядних вбудованих RISC-мікроконтролерів. Фактично можна говорити про архітектуру ARM як про промислові стандарти. Поширеність ядра надає можливість розробнику більш гнучко використовувати свої і сторонні програмні напрацювання як при переході на нове процесорне ARM-ядро, так і при «міграціях» між різними типами ARM-МК.

Архітектура Cortex

Архітектура Cortex це розвиток версії ARMv7 архітектури ARM. Процесори з архітектурою Cortex випускаються в різних прикладних профілях. Існує три профілю:

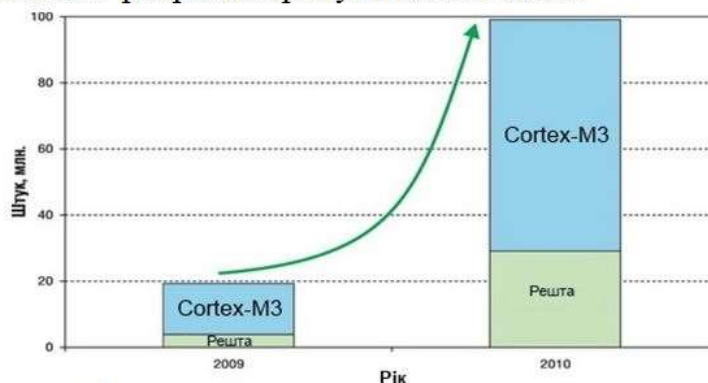
Cortex-A (Application) - прикладні процесори, орієнтовані на високопродуктивні застосування.

Cortex-R (Real Time) - для додатків, що працюють у реальному часі.

Cortex-M - мікроконтролерний профіль, оптимізований під вимоги, де одночасно необхідні низька вартість, висока 32-розрядна продуктивність і мале енергоспоживання.

Переваги ядра Cortex-M3:

Одна з найсильніших сторін ядра Cortex-M3 - його висока продуктивність, яка є результатом всього накопиченого досвіду компанії ARM в області розробки структур процесорних ядер.



Продажі МК з ядром Cortex-M3 по всьому світу

ПОРІВНЯННЯ МІКРОКОНТРОЛЕРІВ

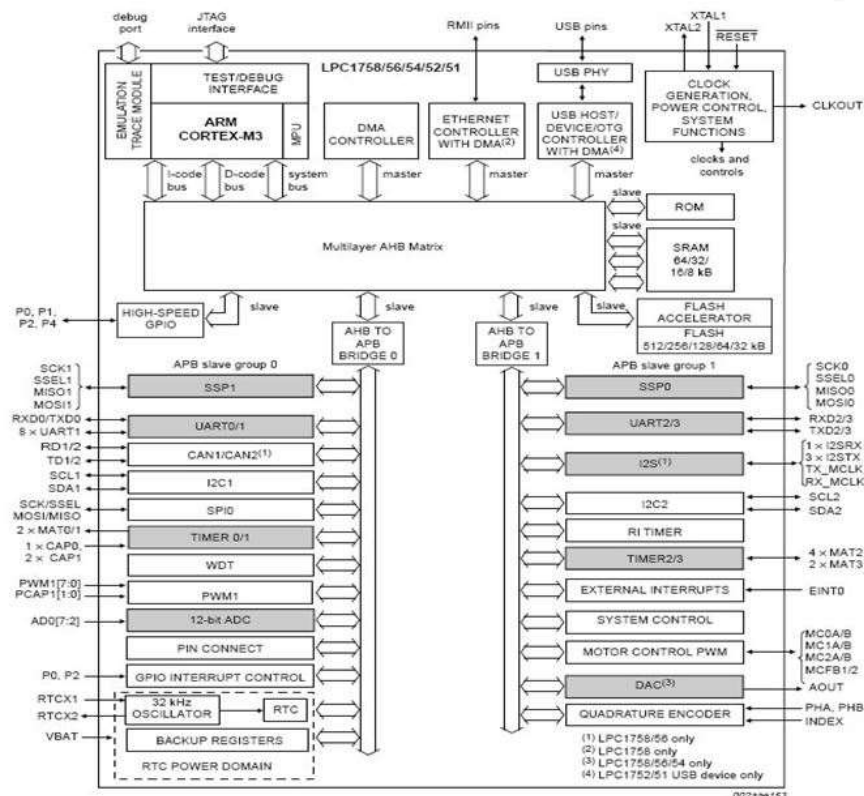
NXP LPC1754

- Швидкодія – до 100 МГц
- 128 КБ ПЗУ
- 16 КБ ОЗУ
- 52 штирі введення/виведення
- Засіб зв'язку: Bluetooth (за допомогою узгоджувача USB-Bluetooth)

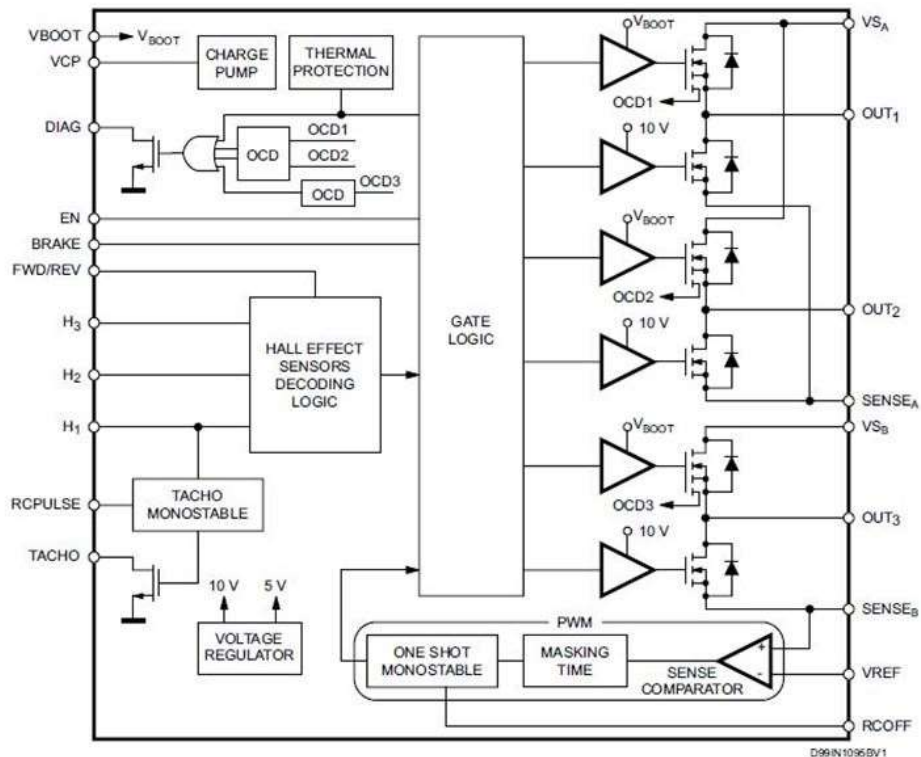
STM32W108NB

- Швидкодія – до 24 МГц
- 128 КБ ПЗУ
- 8 КБ ОЗУ
- 24 штирі введення/виведення
- Засіб зв'язку: ZigBee, WirelessHART, MiWi.

Структурна схема мікроконтролера LPC1754



Силовий каскад безколекторного трифазного двигуна постійного струму



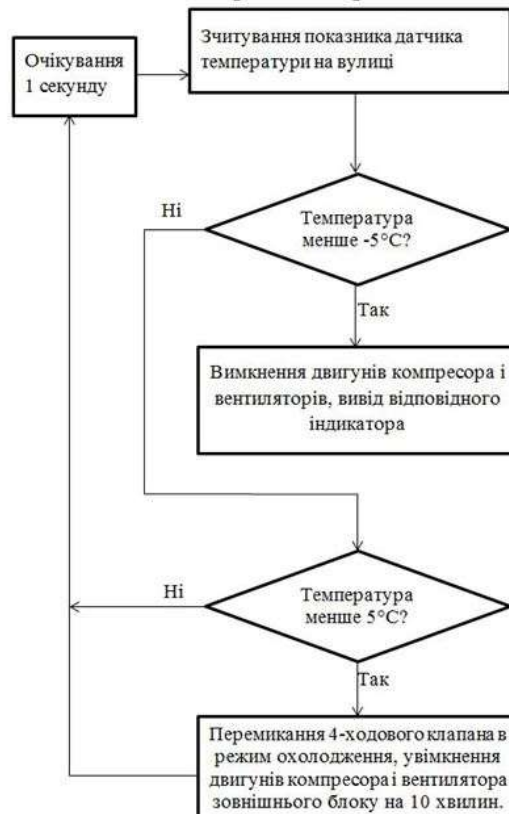
Блок-схема “Режим охолодження”



Блок-схема “Режим обігріву”



Блок-схема “Перевірка температури”



Блок-схема “Перевірка току компресора”



Блок-схема “Завдання потужності вентилляторів”

