

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»**

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Група: 4КГ-06

Дипломний проект

здобувача освіти денної форми навчання

КГ.06.23.000.ДП

***СЕРГЄЄВА
ВАЛЕРІЯ ВІТАЛІЙОВИЧА***

**м. Одеса
2023 р.**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Спеціальність: 123 «Комп'ютерна інженерія»

Освітня програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Група: 4КГ-06

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи) на тему:

Розробка системи рідинного охолодження для desktop-комп'ютера

Проектний матеріал складається з пояснювальної записки на 70 сторінках та графічного (презентаційного) матеріалу на 18 аркушах (слайдах).

Дипломник _____ (Сергєєв В.В.)

Керівник _____ (Кривченко А.А.)

Консультанти:

з економічної частини _____ (Копайгородська Т.Г.)

з охорони праці _____ (Чорновол Н.І.)

з дотримання вимог ЄСКД _____ (Петрашова В.І.)

старший консультант _____ (Кривченко А.А.)

До захисту допущений

Голова циклової комісії _____ (Кривченко Ю.В.)

Завідувач відділення _____ (Скорнякова О.В.)

Захист «24» сервіс 2023 р. Протокол ДКК № 6

Оцінка ДКК 5 (Відмінно)

Секретар ДКК _____

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВСП «ОДЕСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ ОНТУ»

Відділення комп'ютерних систем Комісія КТ та Ш
Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»
Освітня програма «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заст. дир. з НВР 
Беркань І.В.

“ ” 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект (роботу)

Здобувачеві (здобувачці) освіти Сергєєву Валерію Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Розробка системи рідинного охолодження для desktop-комп'ютера

затверджена наказом по коледжу від “ 17 ” жовтня 202 2 р. № 235-А2-ОД

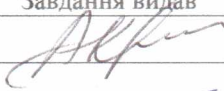
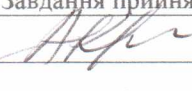


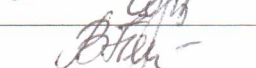

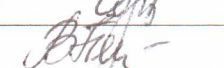
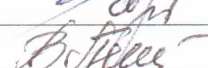
2. Термін здачі закінченого проекту (роботи) 12.06.2023

3. Вихідні данні до проекту (роботи) 1. Забезпечити розміри і конструкцію радіатора для встановлення одного 120-мм вентилятора з рівнем шуму не більше 25дБА і номінальною напругою 12В; 2. Забезпечити використання помпи для напруги 9-12В з рівнем шуму <25дБА; 3. Передбачити довжину шлангів не менше 25см; 4. Передбачити багатоступінчасте регулювання швидкості трьох вентиляторів напругою від 5 В до 12 В; 5. Період циклу зміни частоти – не більше 5с; 6. Підключити схему керування до ПК з застосуванням спец. ПЗ

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)
Аналіз принципів роботи систем рідинного охолодження; Аналітичний огляд систем рідинного охолодження; Огляд і аналіз вентиляторів для системи охолодження; Аналіз методів і схем керування вентиляторів; Розробка схеми автоматичного регулятора обертання швидкості кулера; Розробка друкованої плати пристрою; Вибір комплектуючих системи рідинного охолодження; Проектування конструкції системи рідинного охолодження; Налаштування програмного забезпечення пристрою

5. Перелік графічного (презентаційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, кількості слайдів)
Система рідинного охолодження desktop-комп'ютера; Принцип роботи система рідинного охолодження; Схема рідинного охолодження; Конструкція системи рідинного охолодження desktop-комп'ютера; Структурна схема 3-канального автоматичного регулятора; Принципова електрична схема автоматичного регулятора; Схема розташування елементів та доріжок пристрою; Монтажна схема елементів пристрою; Складальний кресленик системи рідинного охолодження; Габаритний кресленик системи рідинного охолодження; Конфігурація програми SpeedFan; Інтерфейс програми FanControl

6. Консультанти по проекту (роботі), із зазначенням розділів проекту, що їх стосується

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1. Технологічний розділ	Кривченко А.А.		
2. Екон. частина	Копайгородська Т.Г.		
3. Охорона праці	Чорновол Н.І.		
Нормоконтроль	Петрашова В.І.		

7. Дата видачі завдання 01.05.2023

Керівник

Кривченко А.А.

(підпис)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/р	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів дипломного проекту (роботи)	Відмітка про виконання
1.	Вступ. Постановка задачі проектування	22.05.2023	виконано
2.	Аналіз технічного завдання та пошук літератури	24.05.2023	виконано
3.	Аналіз принципів роботи систем охолодження	25.05.2023	виконано
4.	Аналітичний огляд систем рідинного охолодження	26.05.2023	виконано
5.	Огляд і аналіз вентиляторів системи охолодження	29.05.2023	виконано
6.	Аналіз методів і схем керування вентиляторами	30.05.2023	виконано
7.	Розробка схеми автоматичного регулятора кулера	31.05.2023	виконано
8.	Розробка друкованої плати пристрою	1.06.2023	виконано
9.	Вибір комплектуючих системи охолодження	2.06.2023	виконано
10.	Проектування конструкції системи охолодження	5.06.2023	виконано
11.	Налаштування програмного забезпечення пристрою	6.06.2023	виконано
12.	Розробка друкованої плати пристрою	7.06.2023	виконано
13.	Вибір і налаштування програмного забезпечення	8.06.2023	виконано
14.	Опис експлуатаційних властивостей пристрою	9.06.2023	виконано
15.	Економічні розрахунки і розробка питань ОП	10.06.2023	виконано
16.	Виконання графічної частини проекту	11.06.2023	виконано

Дипломник

(підпис)

Керівник

(підпис)

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Технологічний розділ.....	7
1.1 Аналіз принципів роботи систем рідинного охолодження.....	7
1.2 Аналітичний огляд сучасних систем рідинного охолодження	12
1.2.1 Система рідинного охолодження Aiseye H120.....	12
1.2.2 Система рідинного охолодження Cooler Master MasterLiquid 120... 13	
1.2.3 Система рідинного охолодження MSI MAG Coreliquid 240R	14
1.2.4 Аналіз вимог до системи рідинного охолодження	15
1.3 Огляд і аналіз вентиляторів для системи охолодження	17
1.3.1 Вентилятори Noiseblocker	17
1.3.2 Вентилятори Noctua	19
1.3.3 Вентилятори Coolermaster	20
1.4 Аналіз методів і схем керування вентиляторамі	21
1.4.1 Схема керування на основі компаратору LM311.....	22
1.4.2 Схема керування на транзисторах	25
1.5 Розробка схеми автоматичного регулятора обертання швидкості кулера ..27	
1.5.1 Розробка структурної схеми автоматичного регулятора.....	27
1.5.2 Розробка і опис принципової схеми автоматичного регулятора.....	29
1.5.3 Обґрунтування вибору елементної бази електричної схеми.....	34
1.6 Розробка друкованої плати пристрою.....	35
1.6.1 Розрахунок коефіцієнту заповнення друкованої плати.....	35
1.6.2 Розробка друкованої плати та монтажною схеми пристрою.....	36
1.7 Вибір комплектуючих системи рідинного охолодження.....	37
1.7.1 Вибір теплообмінника для системи рідинного охолодження.....	37
1.7.1 Опис AT-команд GSM-модулю.....	49
1.7.2 Розробки блок-схем алгоритмів для керуючої програми.....	52
1.7.2 Вибір вентилятора для системи рідинного охолодження.....	38
1.7.3 Вибір помпи та ватерблоку для системи рідинного охолодження.....	39

1.7.4	Вибір шлангів для системи рідинного охолодження.....	40
1.8	Проектування конструкції системи рідинного охолодження.....	41
1.9	Налаштування програмного забезпечення пристрою.....	44
1.9.1	Використання програми SpeedFan.....	44
1.9.2	Використання програми FanControl.....	47
2	Економічна частина.....	50
3	Охорона праці.....	55
3.1	Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на програміста при розробці даного програмного комплексу.....	55
3.2	Гігієнічні вимоги до виробничого середовища.....	55
3.2.1	Освітлення.....	56
3.2.2	Вимоги до організації робочого місця працівника.....	56
3.3	Пожежна безпека.....	58
	Висновки.....	60
	Перелік використаних джерел.....	61
	Додаток А. Слайди мультимедійної презентації.....	70

ВСТУП

Система охолодження персонального комп'ютера є одною з його невід'ємних ланок. Оскільки всі компоненти комп'ютера споживають електричну енергію, вони нагріваються, причому ступінь їхнього нагріву пропорційний рівню навантаження. Для успішно виконання комп'ютером поставлених задач без перегріву варто приділити увагу якісному охолодженню. Базова система охолодження потрібна навіть для найпростішого комп'ютера, а для ігрового або професійного комп'ютера ефективна система охолодження є вкрай необхідною.

Кулер (від англ. cooler – охолоджувач) в застосуванні до комп'ютерної тематики є сукупністю вентилятора і радіатора, що встановлюється на електронні компоненти комп'ютера з підвищеним тепловиділенням (зазвичай більше 5 Вт): центральний процесор, графічний процесор, мікросхеми чипсету, блок живлення. У переважній більшості комп'ютерів для відводу тепла застосовується повітряне охолодження. Своєю популярністю воно завдячує простоті і дешевизні. Принцип такого типу охолодження полягає в тому, що все тепло від нагрітих елементів передається навколишньому повітрю, яке за допомогою вентиляторів виводиться з корпусу системного блоку назовні. Для підвищення тепловіддачі та ефективності охолодження, компоненти, що нагріваються найбільше, забезпечують мідними або алюмінієвими радіаторами зі встановленими на них вентиляторами. Той факт, що відведення тепла відбувається завдяки руху повітря, зовсім не означає що, чим більше встановлено вентиляторів, тим кращим буде охолодження в цілому. Кілька неправильно встановлених у корпус комп'ютера вентиляторів можуть нашкодити, а не вирішити проблему перегріву.

Перевага систем рідинного охолодження над іншими системами полягає у високій теплопровідності робочої рідини (на відміну від аерогенних охолоджувачів), компактності і набагато тривалішій експлуатації порівняно з системами відкритого випаровування [1].

В даному дипломному проєкті виконується розробка системи рідинного охолодження для desktop-комп'ютера з метою підвищення ефективності його довготривалої роботи та зменшення нагріву.

					<i>КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		6

1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз принципів роботи систем рідинного охолодження

Необхідність вдосконалювати системи охолодження викликана значним зростанням продуктивності комп'ютерів останніми роками. Якщо раніше про систему охолодження системного блоку знали тільки як про набір вентиляторів і радіаторів, то сьогодні на ринку можна зустріти навіть фреонові і комбіновані системи з елементами Пельтьє. Ефективне охолодження є запорукою стабільної роботи комп'ютера, особливо спекотної пори року, коли звичайні вентилятори вже не справляється. На рис.1.1. наведено приклад системи рідинного охолодження desktop-комп'ютера.



Рисунок 1.1. Система рідинного охолодження desktop-комп'ютера

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

7

Останнім часом всі розробки в області системи рідинного охолодження стосувалися вдосконалення самого холодоагенту і прискорення процесу охолодження за рахунок оптимізації системи руху рідини [1].

Процес охолодження у такій системі являє собою термодинамічну систему за участю провідної теплопровідної рідини і нагрівальних елементів. Відведення тепла від процесора, чипсету, відеокарти відбувається за рахунок передачі рідиною тепла через герметичний теплообмінник, так званий ватерблок (рис. 1.2).

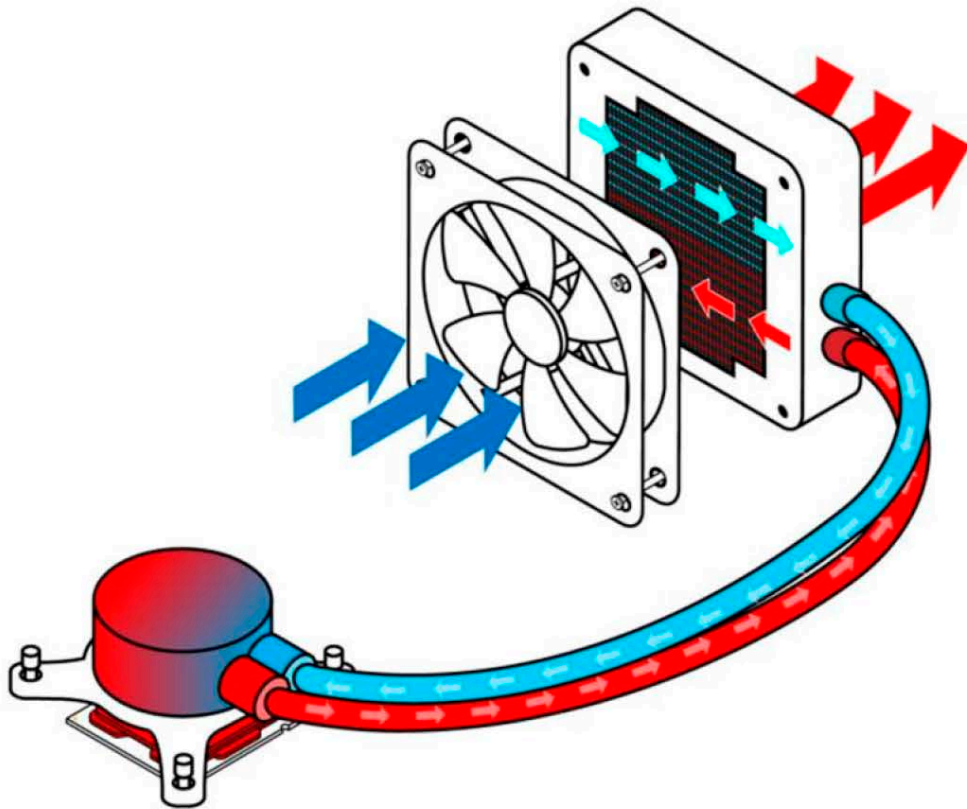


Рисунок 1.2. Принцип роботи система рідинного охолодження

У складних системах всі ватерблоки під'єднані до розсіювального радіатора, в який надходить вода, де вона і охолоджується, передаючи йому тепло. У повітряних системах охолодження надлишки тепла переносе повітря, теплопровідність якого набагато нижча, ніж у води, а розсіювання тепла відбувається тим же чином – через радіатор. Система теплообмінників може бути як послідовною, так і паралельною: обидва варіанти є достатньо ефективними. Також можливе змішане підключення, якщо в ньому є необхідність з огляду на конструкцію desktop-комп'ютера. Найчастіше в типових системах рідинного охолодження використовують дистильовану воду, іноді з домішками барвників

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

8

або компонент, здатних до люмінесценції. Вода здійснює свій цикл в системі завдяки тиску, створюваного помпою. За час проходження вона встигає нагрітися (відібрати тепло) і охолонути, повернувшись в резервуар для повторного циклу. Основні елементи систем рідинного охолодження (рис.1.3):

- теплообмінник;
- радіатор;
- помпа;
- фітинги;
- шланги;
- дистильована вода;
- датчик температури.

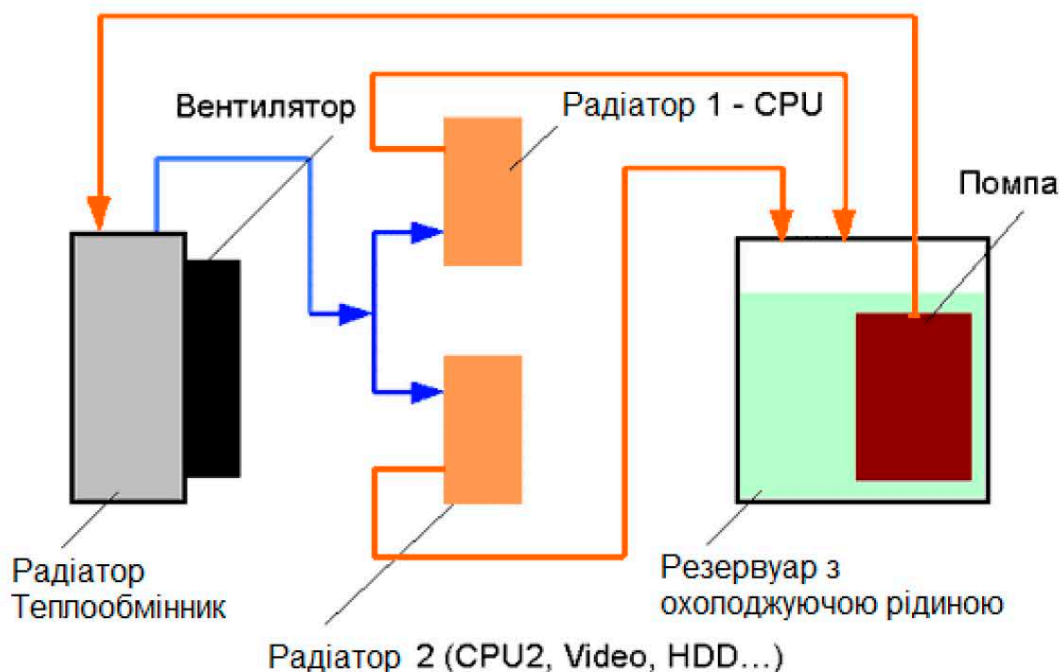


Рисунок 1.3. Схема рідинного охолодження

У багатьох системах використовуються також спеціальні контролери для помпи, що керують потоком, температурою і витратами води. Крім ланки керування в системах рідинного охолодження також застосовують датчики температури, які опитує контролер, крани для зливу рідини, фільтри і відсік для води. Отже, ватерблок або теплообмінник – це, по суті, основна ланка в охолодженні елементів ПК. Вона складається з металевого блоку (найчастіше мідного), який може мати різну конструкцію, починаючи із мультиканальної і

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

9

закінчуючи простим плоским дном. Від варіацій структури ватерблока залежить ефективність охолодження – чим більша площа дотику, теплопровідність металу блоку і елемента ПК, тим швидше процесор передає теплову енергію теплообміннику, а той, в свою чергу, воді [2].

Зазвичай ватерблоки ставляться на найважливіші елементи системного блоку, що дуже нагріваються: процесор, північний міст, відеокарта та ін. Вода є основним провідником тепла в системах рідинного охолодження. Важливо використовувати тільки очищену від домішок воду: дистильовану або деіонізовану. Це забезпечить тривалий термін служби системи і в разі знизить ймовірність загнивання і цвітіння води. Також дистильована вода гірше проводить електричний струм, що теж важливо при застосуванні рідини в пристрої, що живиться від електромережі. В якості рушійної сили в системах рідинного охолодження виступає помпа – це міні-насос, що перекачує воду з резервуара в ватерблоці і назад по циклу. Класифікуються помпи по типу живлення: від 220 або від 12 В. Сьогодні існує великий вибір таких пристроїв, орієнтованих на будь-яку систему рідинного охолодження, тому зібрати систему самостійно не складе особливих труднощів. Природно, щоб створити замкнуту систему, знадобляться спеціальні трубки, що з'єднують помпу, ватерблоки і інші компоненти систем рідинного охолодження. Зазвичай, застосовують трубки, зроблені з термопластичних полімерів. Вони приєднуються до системи за допомогою фітингів. Вибір відповідного фітинга важливий для герметичності і зручності монтажу. Коли вода в ватерблоці достатньо нагрілася, помпа переганяє її до радіатора (рис.1.4). Він служить елементом, який розсіює тепло, передане водою. Існує два види розсіювальних елементів систем рідинного охолодження: активний і пасивний. Активний містить в собі вентилятор, який допомагає воді швидше набутити температури навколишнього середовища. Пасивний радіатор значно повільніше охолоджується, але в нього є істотний плюс – безшумність.

Важливо, щоб всі елементи системи рідинного охолодження були підібрані правильно. Треба розрахувати параметри оптимальної системи рідинного охолодження з урахуванням особливостей теплових процесів у конкретному ПК і

швидкістю розсіювання тепла окремими елементами. Якщо вибір системи рідинного охолодження буде зроблений вдало, вона прослужить довго [3].

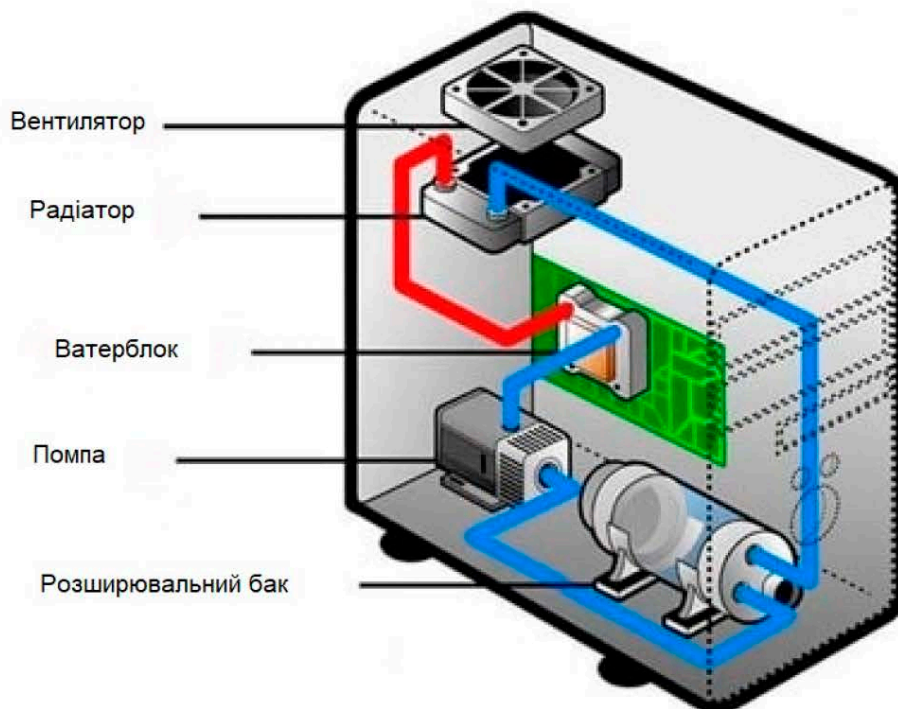


Рисунок 1.4. Конструкція системи рідинного охолодження desktop-комп'ютера

Існують системи з типовими універсальними елементами, які можуть використовуватися з багатьма іншими компонентами ПК, якщо є необхідність у вдосконаленні і потрібно замінити старі модулі на нові. Складнощі, з якими можна зустрітися при експлуатації систем рідинного охолодження, обумовлюються необхідністю періодичної заміни води (фахівці наводять різні цифри, але в середньому воду необхідно міняти не рідше 1 разу на рік, якщо система без фільтрів) та можливою втратою діелектричних якостей, тобто підвищенням електропровідності. Останнє може виникнути при недостатній частоті заміни рідини в системі рідинного охолодження, та і в самій дистильованій воді при експлуатації системи можуть з'явитися домішки, що підвищують провідність електричного струму. В цілому, система рідинного охолодження має багато переваг перед іншими способами охолодження, оскільки її надійність набагато вище ніж у системи з відкритим випаровуванням, а ефективність в рази більша, ніж у звичайних вентиляторів. Використання систем рідинного охолодження у промислових ПК дає позитивний економічний ефект.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.
11

1.2 Аналітичний огляд сучасних систем рідинного охолодження

Розробкою систем рідинного охолодження для процесорів займаються сотні компаній. До них входять всесвітньо відомі торгові марки і не дуже популярні виробники. Проте на український ринок більшість з них постачає якісну продукцію, заповнюючи всі цінові сегменти від бюджетних моделей до товарів преміум-класу [4].

До кращих виробників фахівці відносять китайські компанії Deerscool і ID-Cooling, американську фірму NZXT, фірми з Тайваню (AeroCool, ASUS, MSI, BitsPower, Gigabyte). Рейтинг якісних моделей розроблено на основі популярності покупок з урахуванням відгуків покупців на конкретні вироби.

1.2.1 Система рідинного охолодження Alseye H120

Alseye H120 (рис.1.5) є бюджетною моделлю для охолодження центрального процесора і складається з мідного водоблоку, об'єднаного в одному корпусі з насосом. Підключення до алюмінієвого радіатора здійснюється за допомогою шлангів. Відведення розсіюваного тепла виконує 120-мм вентилятор, швидкість обертання якого може регулюватися автоматично від 800 до 2000 об/хв. Підключається з будь-якими актуальними роз'ємами.



Рисунок 1.5. Система рідинного охолодження Alseye H120

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.
12

Система рідинного охолодження Alseye H120 має наступні переваги:

- просте встановлення;
- достатня довжина шлангів;
- низький рівень шуму;
- добре утримання температури;
- невисока вартість.

Недоліки системи рідинного охолодження Alseye H120:

- радіатор може мати виробничий брак.

1.2.2 Система рідинного охолодження Cooler Master MasterLiquid 120

Cooler Master MasterLiquid 120 (рис.1.6) є компактною моделлю, що не обслуговується, для встановлення практично в будь-якому сумісному комп'ютері в геймерській конфігурації у невеликих стандартних корпусах ATX. Двокамерна помпа та 120-мм радіатор ефективно справляються з охолодженням процесорів AMD та Intel класу High-End Desktop, Performance та Mainstream на рівні середніх баштових моделей за такою самою ціною з габаритами 240 мм. Довжина масивних пружних шлангів в обплітанні з нейлону зі зовнішнім діаметром 14 мм складає 370 мм. Цього цілком вистачає для різних варіантів компонування корпусу. Розсіювання значної кількості тепла здійснюється за допомогою двох 120-мм вентиляторів MasterFan 120AB, що мають оптимізовану крильчатку, підвищений статичний тиск та автоматичне PWM-регулювання [5].

Система рідинного охолодження Cooler Master MasterLiquid 120 має наступні переваги:

- компактність конструкції;
- добра продуктивність;
- низький рівень шуму;
- металевий бекплейт;
- наявність термопасти у комплекті;
- просте встановлення;
- універсальні кріплення.



Рисунок 1.6. Система рідинного охолодження Cooler Master MasterLiquid 120

Недоліки системи рідинного охолодження Cooler Master MasterLiquid 120:

- жорсткі шланги;
- відсутні фіксатори шпильок бекплейту.

1.2.3 Система рідинного охолодження MSI MAG Coreliquid 240R

MSI MAG Coreliquid 240R (рис.1.7) є технологічною моделлю з якісними компонентами для ефективного розсіювання тепла, що відводиться від процесора. Знижений рівень шуму досягається використанням фірмового алюмінієвого радіатора MSI MSG зі вбудованим насосом. Завдяки такій конструкції термін служби помпи збільшено за рахунок віддаленості від теплоджерел. Установка трифазного двигуна дозволяє зменшити вібрацію. Підключення поєднаної з водоблоком помпи здійснюється роз'ємом 3-pin. Теплоносій протікає в радіаторі двома каналами, забезпечуючи ефективність роботи. Пристрій підтримує барвисті підсвічування з поворотним механізмом, ефекти якої управляються технологією MSI Mystic Light. Підключення виконується роз'ємом 3-pin [6].

Система рідинного охолодження MSI MAG Coreliquid 240R має наступні переваги:

- висока ефективність;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

14

- невеликий рівень шуму під час автоматичного керування;
- надійна система кріплення;
- сумісність із популярними ігровими платформами;
- налаштовуване підсвічування;
- комплект включає корисні перехідники;
- доступна ціна.



Рисунок 1.7. Система рідинного охолодження MSI MAG Coreliquid 240R

Недоліки системи рідинного охолодження MSI MAG Coreliquid 240R:

- велика кількість проводів для підключення системи.

Нижче наведено порівняльну таблицю технічних характеристик розглянутих вище систем охолодження (табл.1.1).

1.2.4 Аналіз вимог до системи рідинного охолодження

Для складання системи рідинного охолодження потрібні такі технічні компоненти:

- помпа;
- теплообмінник;
- головки охолодження;
- вентилятор і кожух;
- трубки;
- резервуар.

Таблиця 1.1. Технічні характеристики систем охолодження

		Alseye H120	Cooler Master MasterLiquid Lite 120	MSI MAG CORELIQUID 240R
Конструкція	Кількість вентиляторів	1	1	2
	Матеріал радіатора	алюміній	алюміній	алюміній
	Матеріал підкладки	мідь	мідь	мідь
	Тип кріплення	двосторонній	двосторонній	двосторонній
Система водяного охолодження	Розмір радіатора, мм	120	120	240
	Розмір помпи, мм	55x44x62	80x76x42	81x67x49
	Довжина трубки, мм	300	300	400
	Живлення помпи	3-pin	3-pin	3-pin
Вентилятор	Діаметр, мм	120	120	120
	Тип підшипника	гідродинамічний	ковзання	кочення
	Мінімальні обороти, об/хв	800	650	500
	Максимальні обороти, об/хв	2000	2000	2000
	Регулятор обертів	авто	авто	авто
	Максимальний повітряний потік, куб.фут/хв	45.16	66.7	78.73
	Статичний тиск, мм водн.ст.	1.8	2.34	2.39
	Підсвічування	так	ні	так
	Колір підсвічування	RGB	ні	ARGB
Загальне	Живлення	4-pin	4-pin	4-pin
	Мінімальний рівень шуму, дБ	14	8	14
	Рівень шуму, дБ	35	30	34
	Габарити, мм	157x120 x27	157x120x52	274x120x27
	Вага, г	920	1300	1310
	Гарантія, років	1	2	2

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

16

Головки охолодження треба обирати з міді. Помпу треба вибрати лінійну з можливістю підключення живлення від блоку живлення ПК. Помпа має створювати достатній гідростатичний тиск. Між корпусом і насосом має бути встановлена прокладка. Кожух краще сконструювати з листу металу або пластику. Чим більшою буде відстань між поверхнею радіатора і вентиляторами, тим краще. У якості резервуару можна використати простий контейнер, в якому є кришка для заливки рідини, вхідний і вихідний патрубки. Також можна зробити закритий цикл – для цього слід використовувати помпу, яку можна занурювати в резервуар з рідиною. До води можна додати холодоагент [7].

1.3 Огляд і аналіз вентиляторів для системи охолодження

На сьогоднішній день ринок систем охолодження дуже різноманітний. Широко використовуються вентилятори типорозмірів 80 мм, 92 мм, 120 мм. Розглянемо найкращі з них.

1.3.1 Вентилятори Noiseblocker

Серія Multiframe (рис.1.8) в цілому включає сім пристроїв: три з діаметром крильчатки 80 мм і чотири – 120 мм. Ще один стандарт – 92 мм не представлений. Орієнтовна роздрібна вартість виробів укладається в коридор від 28 до 31 доларів США. Конструкція корпусу не квадратна, а з незначними вигинами, а сіра напівпрозора крильчатка добре вписується в загальну задумку інженерів. Як вже було сказано вище, 120 мм моделей чотири і розрізняються вони лише швидкісними і шумовими характеристиками. Версія S1 найбільш тиха і працює на швидкості 750 об/хв, S2 розганяється до 1250 об/хв, а S3HS (ймовірно, доповнення розшифровується як HighSpeed) функціонує на 1800 об/хв. Старша модель з суфіксом P отримала в розпорядження спеціальний PWM-модуль і може контролювати оберти в діапазоні від однієї до двох тисяч обертів в хвилину. Рівень шуму індивідуальний і лежить в діапазоні від 8 до 29 дБА.

Для боротьби з вібрацією по кутах вентилятора знаходяться чотири оригінальні гумові наконечники, які за бажання можна зняти (наприклад, для очищення від пилу). Технологія NANOSLI дозволяє досягти практично

					<i>КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		17

безшумної роботи пристрою. У її основі знаходиться спеціальний підшипник власної розробки, здатний прослужити від 160 (версія S1) до 130 (швидкісні моделі) тисяч годин. При всіх своїх перевагах комплект постачання для вентиляторів не можна назвати оптимальним – усередині окрім самого пристрою можна знайти лише чотири гвинти-саморізи, хоча зайвими б не були перехідники на 4-піновий молекс для блоку живлення і подовжувач, що знижує напругу.



Рисунок 1.8. Зовнішній вигляд вентилятора Noiseblocker серії Multiframe

Серія BlackSilent (рис.1.9) є найбільш показною: 14 охолоджувачів практично будь-якого розміру можуть згодитися як для відведення тепла від чіпсетного радіатора, так і для вентиляції корпусу з 14-сантиметровими повітря-забірниками. Випускаються вентилятори з діаметром крильчатки 40, 60 (по 2 штуки), 80, 120 (по 3 екземпляри) міліметрів, а також по дві моделі 92 і 140 мм кулерів. Моделі з індексами XL1, XL2 і XLP відповідають типорозміру 120 мм. Окрім кількості обертів в хвилину, вони також різняться і шумовими характеристиками. XL1 обертається на швидкості 1000 об/хв, XL2 на 500 обертів швидший, а флагманський XLP здатний регулювати свою швидкість в діапазоні від 1000 до 2000 об/хв, за що відповідає цифровий PWM-контролер. За найгучніший на максимумі вважається останній вентилятор (порядка 21 дБА), а до категорії безшумного можна віднести XL1 (близько 13 дБА).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

18



Рисунок 1.9. Зовнішній вигляд вентилятора Noiseblocker серії BlackSilent

1.3.2 Вентилятори Noctua

Дуже популярними є охолоджувачі Noctua NF-S12 і Noctua NF-P12 (рис.1.10). Передбачені чотири силіконові шпильки, присутні чотири гвинти-саморізи, перехідник живлення на Molex і 2 шнурки, що знижують напругу живлення до 5 і 7 Вольт. Останнє буде актуальне в разі неможливості регулювання обертів силами материнської плати. Особлива гордість виробника – це фірмовий гідродинамічний підшипник SSO bearing, здатний прослужити не менше 150000 годин, не погіршивши своїх початкових характеристик.



Рисунок 1.10. Зовнішній вигляд вентилятору NoctuaNF-P12

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

19

Кількість лопатей збільшено з семи до дев'яти – в цьому інженери бачать певний сенс. Велика площа крильчатки має створювати більший тиск і прокачувати дещо більшу кількість повітря, що в обов'язковому порядку відіб'ється на ефективності пристрою. Кожна лопать має з одного боку по парі щербин і, на думку фахівців, це сприяє зменшенню звукового тиску. Рівень шуму коливається від 12.6 (900 оборотів) до 19.8 дБА (1300 оборотів). Середня ціна виробу – в районі 20 доларів США.

1.3.3 Вентилятори Coolermaster

120мм-вентилятор з неоновим підсвічуванням, який CoolerMaster позиціонує як тихе моддерське рішення, показаний на рис.1.11.



Рисунок 1.11. Зовнішній вигляд вентилятору CoolerMaster

Упаковка, окрім самого вентилятора, містить чотири гвинти-саморізи і перехідник-подовжувач на Molex блоку живлення. Блакитна LED-підсвітка формується чотирма ультра-яскравими світлодіодами, які бувають ще чотирьох кольорів: зеленими, білими, червоними і пурпурними – на якість вентиляції, це жодним чином не впливає. У основу виробу закладений Sleeve-підшипник, здатний безвідмовно прослужити близько 30 тис. годин, – це приблизно в п'ять разів менше, ніж в інших його конкурентів. Рівень шуму не повинен переступити межу в 22 дБА, що відповідатиме максимальній швидкості обертання в 1200 об/хв. (+/-10%).

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.
20

Найшвидкісніші версії вентиляторів справляються з поставленим завданням на порядок краще низькооборотних вентиляторів, але є дуже шумними, навіть не дивлячись на приналежність до тихих серій (табл.1.2). У лідерах Noiseblocker M12P серії Multiframe, XLP з ряду BlackSilent і два високоефективних охолоджувача FX12 (FX+12) від Nanoxia.

Таблиця 1.2. Технічні характеристики сучасних вентиляторів для ПК

Назва моделі	Розміри, мм	Швидкість, об/хв	Рівень створюваного шуму, дБА	Тип підшипнику	Повітряний потік, CFM	Споживана потужність, Ватт	Час наробітки на відмову, тис. год.	Вага, г.	Ціна, дол.
Noiseblocker MF12-P	120x120x25	1000-2000	29	Nano-SLI	78	3,36	130	155	31
Noiseblocker MF12-S1	120x120x25	750	x	Nano-SLI	34	x	160	150	28
Noiseblocker MF12-S2	120x120x25	1250	19	Nano-SLI	51	x	140	150	28
Noiseblocker MF S3HS	120x120x25	1800	27	Nano-SLI	73	x	130	150	28
Noiseblocker XL1	120x120x25	1000	13	longlife bearing	41	0,96	80	120	14
Noiseblocker XL2	120x120x25	1500	21	longlife bearing	58	1,8	80	120	14
Noiseblocker XLP	120x120x25	1000-2000	14-31	longlife bearing	75	2,64	75	125	15
Nanoxia FX+12	120x120x25	2000	33	Nano bearing	79,14	3,36	150	x	21
Nanoxia FX12 (2000)	120x120x25	2000	33	Nano bearing	79,14	3,36	150	x	19
Nanoxia FX12 (1250)	120x120x25	1250	17	Nano bearing	47,39	1,2	150	x	19
Noctua NF-P12	120x120x25	1300	19,8	SSO	x	1,8	150	x	20
Noctua NF-S12	120x120x25	1200	17	SSO	x	1,44	150	x	18
Cooler Master TLF-S12 EB-GP	120x120x25	1200	22	Sleeve	42,73	2,4	30	120	9
Thermaltake A1225L12S	120x120x25	1300	16	ball bearing	54,4	3,6	x	x	x

1.4 Аналіз методів і схем керування вентиляторам

Одним з головних джерел шуму в комп'ютері є процесорний кулер. При використанні програмних засобів охолодження, таких як CpuIdle, Waterfall і інших, або ж при роботі в операційних системах Windows середня температура процесора в Idle-режимі значно знижується. Проте вентилятор кулеру цього не знає і продовжує трудитися в повну силу з максимальним рівнем шуму. Звичайно, існують спеціальні утиліти (SpeedFan, наприклад), які уміють управляти оборотами вентиляторів. Проте працюють такі програми далеко не на всіх материнських платах і, навіть якщо вони працюють, то роблять це не дуже коректно. Так, на етапі завантаження комп'ютера навіть при відносно холодному процесорі вентилятор працює на своїх максимальних оборотах. Вихід з положення насправді простий: для керування оборотами крильчатки вентилятора можна створити аналоговий регулятор з окремим термодатчиком, закріпленим на радіаторі кулеру. Існує незліченна безліч рішень схемотехніки для таких терморегуляторів, але далі розглянуті дві найбільш прості схеми термоконтролю [8].

2.3 мВ/°С, а пряме падіння напруги – біля 0.7 В. Більшість діодів мають корпус, зовсім невідповідний для їх закріплення на радіаторі. В той же час деякі транзистори спеціально пристосовані для цього. Одними з таких є вітчизняні транзистори КТ814 і КТ815. Якщо подібний транзистор пригвинтити до радіатора, колектор транзистора опиниться з ним електрично сполученим. Щоб уникнути неприємностей, в схемі, де цей транзистор використовується, колектор має бути заземлений. Виходячи з цього, для нашого термодатчикУ потрібний р-п-р транзистор, наприклад, КТ814. Температурний коефіцієнт в діода відносно низький, а вимірювати маленькі зміни напруги досить важко. Тут втручаються і шуми, і перешкоди, і нестабільність напруги живлення. Тому часто, для того, щоб підвищити температурний коефіцієнт датчика температури, використовують ланцюжок послідовно включених діодів. В такого ланцюжка температурний коефіцієнт і пряме падіння напруги збільшуються пропорційно кількості включених діодів. Додавши всього два резистори, можна спорудити на транзисторі двополосник, поведінка якого буде еквівалентна поведінці ланцюжка діодів, що і зроблене в описуваному терморегуляторі. Температурний коефіцієнт такого датчика визначається відношенням резисторів R2 і R3 і дорівнює $T_{cvd} * (R3/R2 + 1)$, де T_{cvd} – температурний коефіцієнт одного р-п переходу. Підвищувати відношення резисторів до безкінечності не можна, оскільки разом з температурним коефіцієнтом зростає і пряме падіння напруги, яка запросто може досягти напруги живлення, і тоді схема працювати вже не буде. У описуваному регулювальнику температурний коефіцієнт вибраний рівним приблизно -20 мВ/°С, при цьому пряме падіння напруги складає близько 6 В [9].

Датчик температури VT1R2R3 включений у вимірювальний міст, який утворений резисторами R1, R4, R5, R6. Живиться міст від параметричного стабілізатора напруги VD1R7. Необхідність вживання стабілізатора викликана тим, що напруга живлення +12 В усередині комп'ютера досить нестабільна (у імпульсному джерелі живлення найчастіше здійснюється лише групова стабілізація вихідних рівнів +5 В і +12 В). Напруга розбалансу вимірювального моста прикладається до входів компаратора, який використовується в лінійному

режимі завдяки дії негативного зворотного зв'язку. Змінний резистор R5 дозволяє зміщувати регульовальну характеристику, а зміна номіналу резистора зворотного зв'язку R8 дозволяє міняти її нахил. Ємкості C1 і C2 забезпечують стійкість регульовальника. Макетну плату описаного пристрою показано на рис.1.13.

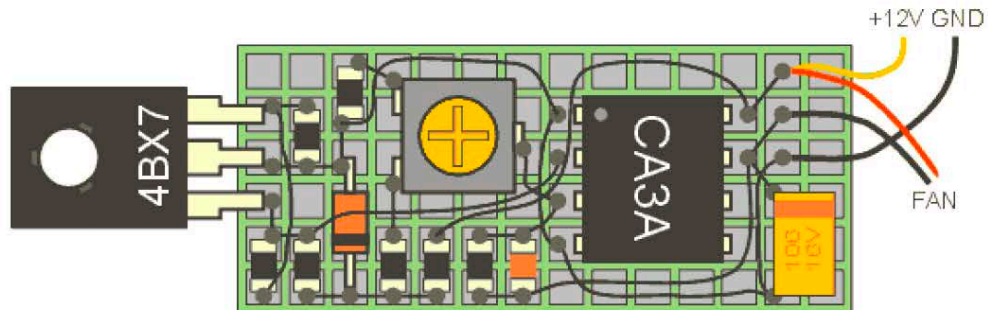


Рисунок 1.13. Монтажна схема терморегулятора на основі компаратору LM311

Для зменшення габаритів плати бажано використовувати SMD-елементи, однак, в принципі, можна обійтися і звичайними елементами. Плата закріплюється на радіаторі кулера за допомогою гвинта кріплення транзистора VT1. В такий спосіб можна прикріпити плату лише до радіаторів "класичної" конструкції, а ось кріплення її до радіаторів циліндрової форми (наприклад, як в Orb-ів) може викликати проблеми. Добрий тепловий контакт з радіатором повинен мати лише транзистор термодатчику.

Електрично плата включається в розрив дротів вентилятору. Правильно зібрана схема практично не вимагає налаштування: потрібно лише змінним резистором R5 встановити необхідну частоту обертання крильчатки вентилятора, відповідну поточній температурі. На практиці в кожного конкретного вентилятора існує мінімальна напруга живлення, при якій починає обертатися крильчатка. Налаштувавши регульовальник, можна добитися обертання вентилятора на мінімально можливих оборотах при температурі радіатора, скажімо, близькою до температури оточення. Проте, враховуючи те, що тепловий опір різних радіаторів сильно відрізняється, може знадобитися коректування нахилу характеристики регулювання. Нахил характеристики задається номіналом резистора R8. Номінал резистора може лежати в межах від 100К до 1М. Чим більше цей номінал, тим при нижчій температурі радіатора вентилятор

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

24

досягатиме максимальних оборотів. На практиці дуже часто завантаження процесора складає лічені відсотки. Це спостерігається, наприклад, при роботі в текстових редакторах. При використанні програмного кулеру в такі моменти вентилятор може працювати на значно знижених оборотах. Саме це і повинен забезпечувати регулювальник. Проте при збільшенні завантаження процесора його температура піднімається, і регулювальник повинен поступово підняти напругу живлення вентилятора до максимальної, не допустившись перегріву процесора. Температура радіатора, коли досягаються повні обороти вентилятора, не має бути дуже високою. Конкретні рекомендації дати складно, але, принаймні, ця температура повинна "відставати" на 5–10 градусів від критичної [10].

1.4.2 Схема керування на транзисторах

Якщо вентилятор обладнаний таходатчиком, то вже не можна включати регулюючий транзистор в "земляний" дріт вентилятора. Тому внутрішній транзистор компаратора тут не підходить. В цьому випадку потрібний додатковий транзистор, який проводитиме регулювання по ланцюгу +12 В вентилятора (рис. 1.14).

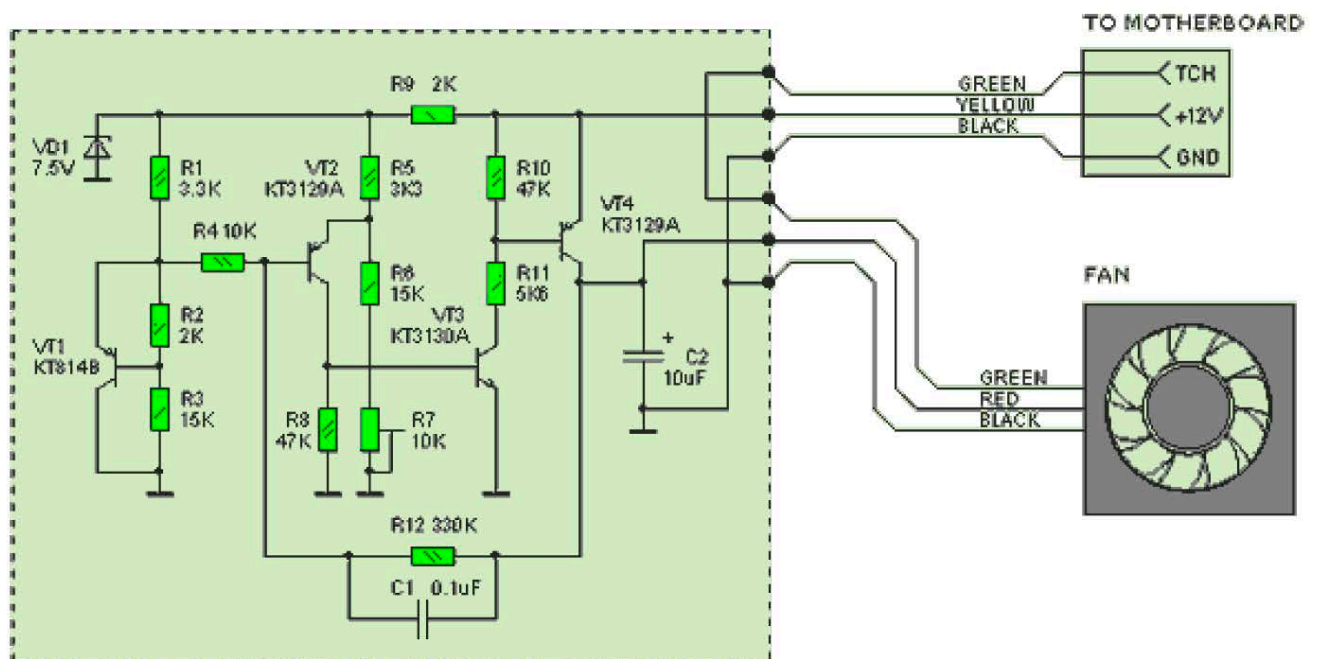


Рисунок 1.14. Принципова схема терморегулятора на транзисторах

Оскільки розміщена на радіаторі плата нагрівається вся цілком, то передбачити поведінку транзисторної схеми досить складно. Можна виконати

попереднє моделювання схеми за допомогою пакету PSpice. Результат моделювання показаний на рис. 1.15.

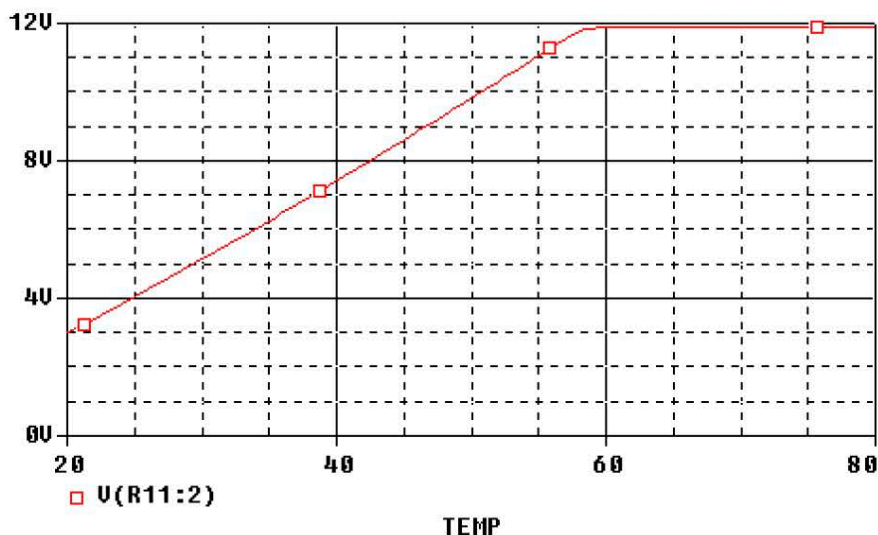


Рисунок 1.15. Результат моделювання схеми в пакеті PSpice

Як видно з малюнку, напруга живлення вентилятора лінійно підвищується від 4 В при 25°C до 12 В при 58°C. Така поведінка регулювальника, загалом, відповідає нашим вимогам, і на цьому етап моделювання можна завершити.

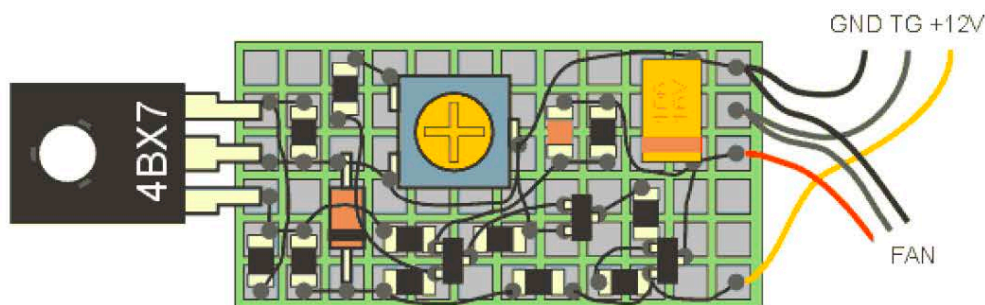


Рисунок 1.16. Монтажна схема терморегулятора на транзисторах

Розглянуті принципові схеми двох варіантів терморегулятора мають багато спільного. Зокрема, датчик температури і вимірювальний міст абсолютно ідентичні. Різниця полягає лише в підсилювачі напруги розбалансу моста. У другому варіанті ця напруга поступає на транзисторний каскад VT2. База транзистора є інвертуючим входом підсилювача, а емітер – неінвертуючим. Далі сигнал поступає на другий підсилювальний каскад на транзисторі VT3, потім на вихідний каскад на транзисторі VT4. Призначення ємкостей таке ж, як і в попередньому варіанті схеми. Монтажна схема регулювальника показана на рис. 1.16. Конструкція аналогічна першому варіанту, за винятком того, що плата має

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

трохи менші розміри. У схемі можна застосувати звичайні (не SMD) елементи, а транзистори – будь-які малопотужні, оскільки струм, споживаний вентиляторами, зазвичай не перевищує 100 мА. Наведену схему можна використовувати і для керування вентиляторами з великим значенням споживаного струму, але в цьому випадку транзистор VT4 необхідно замінити на потужніший. Сигнал тахогенератора TG безпосередньо проходить через плату регулювальника і поступає на роз'єм материнської плати. Методика налаштування наведеного варіанту регулювальника нічим не відрізняється від методики, приведеної для попереднього варіанту. Налаштування проводять змінним резистором R7, а нахил характеристики задається номіналом резистора R12 [11].

Розглянуті схеми керування використовуватимуться в якості базових при проектуванні пристрою автоматичного керування роботою кулера.

1.5 Розробка схеми автоматичного регулятора обертання швидкості кулера

Відповідно до технічного завдання буде виконано розробку 3-канальної схеми, призначеної для здійснення регулювання швидкості обертання вентиляторів desktop-комп'ютера програмним шляхом з функцією захисту ЦП, що особливо важливо для використання разом з материнськими платами без ШІМ-регулювання. Пристрій повинен дозволяти виконувати регулювання двох типів: пропорційне автоматичне з використанням значення температури, зафіксованої програмою SpeedFan, і ручне. У обох випадках регулювання має бути 16-ступінчастим, за допомогою зміни напруги живлення вентилятора від 5...5,5В до 11,7...11,8В, що відповідає діапазону регулювання швидкості обертання приблизно від 40 до 100%. Керування має виконуватися через вільний порт комп'ютера.

1.5.1 Розробка структурної схеми автоматичного регулятора

Практично всі способи з автоматичним регулюванням оборотів вентилятора засновані на вимірюванні температури процесора за допомогою зовнішнього датчика температури, встановлюваного на радіаторі процесора комп'ютера.

					<i>КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		27

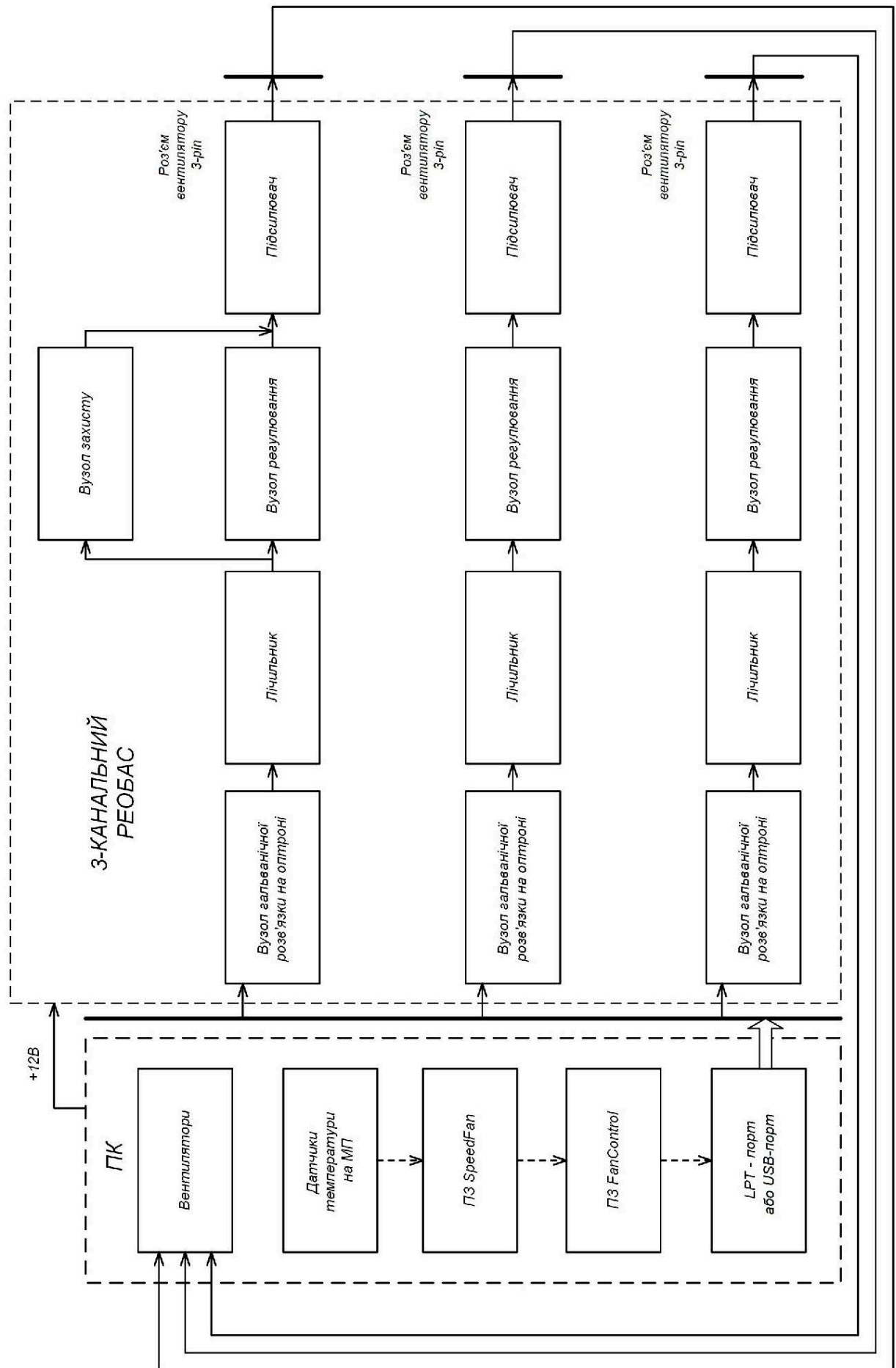


Рисунок 1.17. Структурна схема 3-канального автоматичного регулятора

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Такий варіант не завжди бажаний, оскільки виникає вірогідність по необережності пошкодити який-небудь з елементів на материнській платі. В даний час більшість материнських плат (навіть не найсучасніших) оснащені так званими контролерами середовища, які дозволяють вимірювати температуру центрального процесора або вбудованого в процесор датчика, або датчика розташованого на материнській платі в безпосередній близькості від процесора. Існує велика кількість програм що дозволяють контролювати температуру процесора та виводити її на екран комп'ютера. Структурна схема 3-канального автоматичного регулятора показана на рис.1.17.

1.5.2 Розробка і опис принципової схеми автоматичного регулятора

Принцип регулювання швидкості обертання вентиляторів полягає в тому, що програмна частина (програма FanControl) відповідно до налаштувань і залежно від значення температури, контрольованої програмою SpeedFan (у автоматичному режимі) або залежно від ручних установок (у ручному режимі) формує на виходах LPT-порту керуючі імпульси. По командах, формованим програмно на лініях порту LPT комп'ютера, розроблюваний пристрій забезпечуватиме роздільне 16-ступеневе регулювання частоти обертання трьох вентиляторів, змінюючи на них напругу від 5...5,5 В до 11,7...11,8 В, що відповідає зміні частоти обертання від 40 до 100% від максимальної.

Принципову електричну схему автоматичного регулятора, розроблену згідно структурній схемі і аналізу, наведеного вище, показано на рис.1.18. На виході DATA0 (вив. 2 LPT, рис.3.4) формується сигнал для обнулення двійкових лічильників пристрою, на виходах DATA1, DATA2, DATA3 (вив. 3, 4, 5 LPT) формуються рахункові імпульси для лічильників цифро-аналогових перетворювачів (ЦАП) вентиляторів №1, №2 і №3 відповідно. На рис.3.5 показана форма і тривалість управляючих імпульсів на прикладі запису в лічильники ступенів регулювання 5, 2 і 8, перемикання лічильників відбувається по спаду імпульсів негативної полярності. При нульовому ступені регулювання рахункові імпульси не формується, а формується лише імпульс обнулення на виході DATA0.

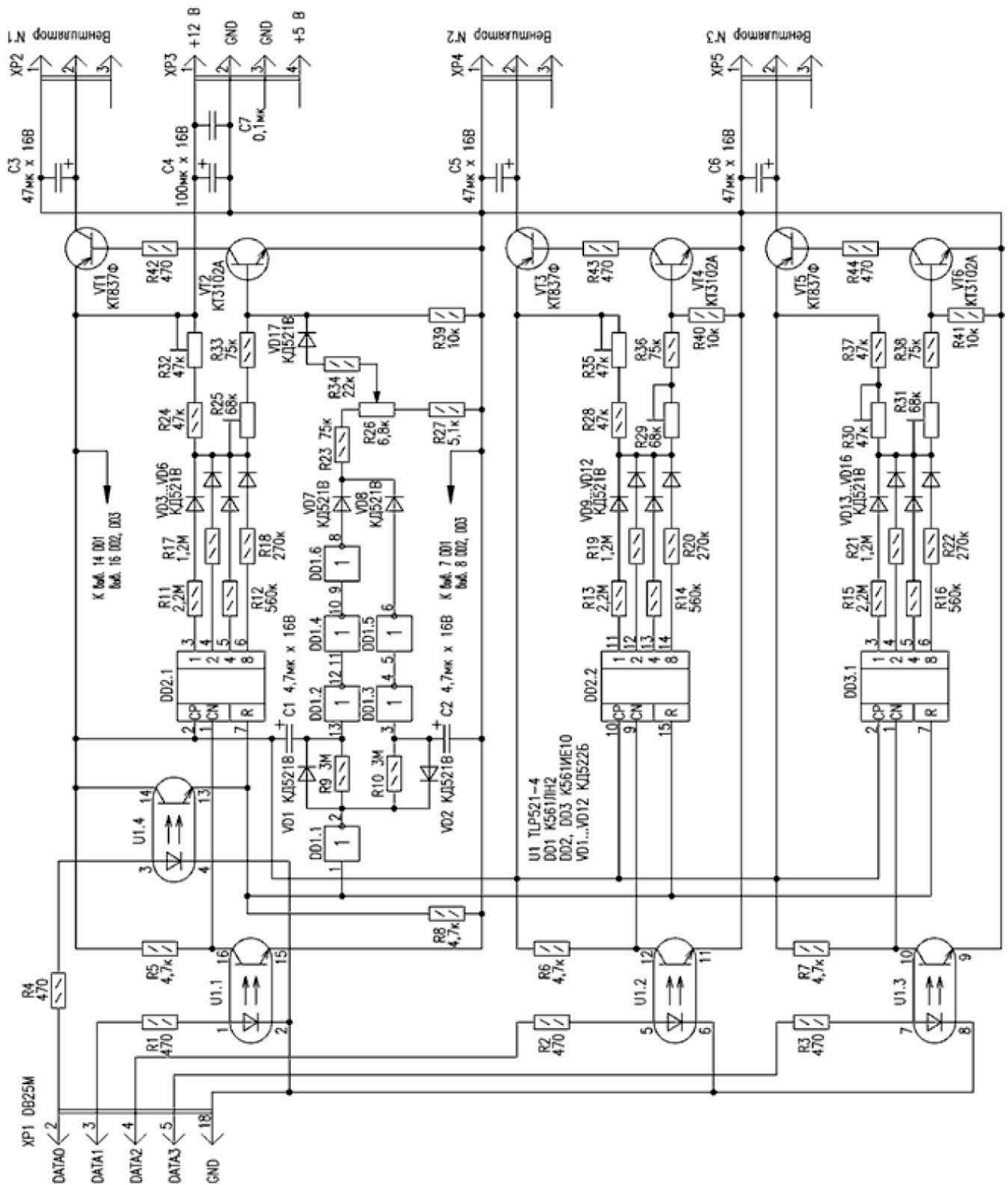


Рисунок 1.18. Принципова електрична схема автоматичного регулятора

ЦАП, що складаються з двійкових лічильників і матриць резисторів формують управляючу напругу, яка поступає на складені з біполярних транзисторів різної структури вузли регулювання напруги. З виходів вузлів регулювання напруги подаються на вентилятори. За відсутності імпульсів обнулення протягом близько 8 секунд спрацьовує вузол захисту, що подає управляючу напругу (величину якої можна регулювати змінним резистором) на

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

вузол регулювання вентилятора №1, цим забезпечується захист від раптового завершення роботи програми або «зависання» комп'ютера, також вузол захисту спрацьовує під час включення комп'ютера (до завантаження операційної системи).

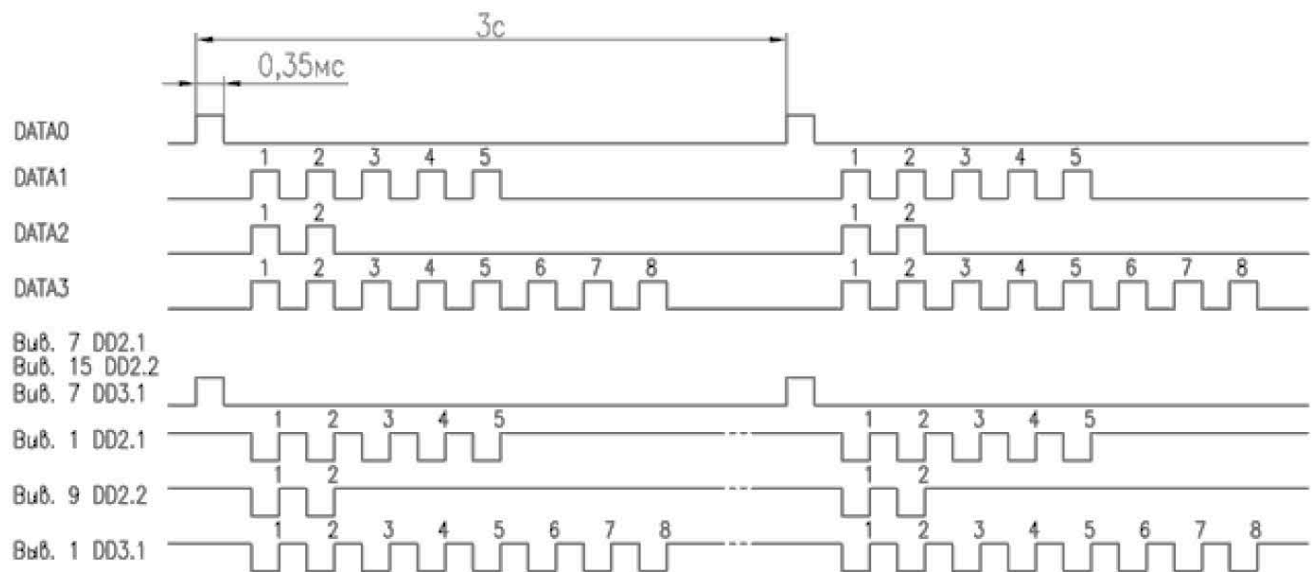


Рисунок 1.19. Діаграми керуючих імпульсів

Гальванічна розв'язки ланцюгів LPT-порту і ланцюгів живлення вентиляторів виконана з використанням оптопар U1. Для зниження навантаження на слабкострумові ланцюги LPT-порту випромінюючі діоди оптопар включені через струмообмежувальні резистори R1...R4.

Пристрій складається з трьох аналогічних вузлів керування, за винятком вузла керування першим вентилятором (в якому також є вузол, що формує управляючу напругу за відсутності сигналів з LPT-порту).

Розглянемо роботу першого каналу (вузла керування вентилятором №1).

ЦАП складається з двійкового лічильника DD2.1, резисторів R11, R12, R17, R18, діодів VD3–VD6. За відсутності управляючих імпульсів на виходах LPT-порту на вході R лічильника – сигнал логічного нуля, на рахунковому вході CN-сигнал логічної одиниці [12].

При появі імпульсу обнулення на виході DATA0 запалюється випромінюючий діод оптопар U1.4, опір ланцюгу колектор-емітер транзистора оптопар U1.4 різко падає і тим самим на вхід R лічильника DD2.1 подається

сигнал логічної одиниці, що обнуляє лічильник. Через 0,35мс після зникнення імпульсу обнулення на виході DATA1 з'являється послідовність імпульсів, кількість яких відповідає номеру ступеня регулювання швидкості. Проінвертовані оптопарою імпульси подаються на вхід CN, по спаду негативних імпульсів лічильник перемикається і на виходах 1, 2, 4, 8 лічильника встановлюється двійковий код, відповідний номеру ступеня регулювання. До виходів лічильника підключені резистори, опір яких зворотно-пропорційний до «ваги» виходів лічильника. Діоди VD3–VD6 служать для виключення взаємного впливу виходів лічильника. Оскільки при нульовому ступені регулювання на виході ЦАП сигналів немає, а вентилятор повинен обертатися з мінімальною швидкістю (вентилятор не повинен повністю зупинятися), то встановлені резистори R24 і R32, які задають нижній поріг регулювання швидкості обертання. Резистори R25 і R33 служать для налаштування діапазону регулювання швидкості обертання. Далі управляюча напруга прикладається до бази транзистора VT2, який у свою чергу через обмежувальний резистор R42 управляє транзистором VT1. Для виключення виникнення шуму в двигуні вентилятора на низьких оборотах встановлений конденсатор C3. Приблизно через 3 секунди цикл обнулення і запису інформації в лічильник повторюється.

Вузол захисту виконаний на мікросхемі DD1 і є двома вузлом затримки, перший виконаний на елементах DD1.2, DD1.4, DD1.6, конденсаторі C1 і резисторі R9, другий на елементах DD1.3, DD1.5, конденсаторі C2 і резисторі R10. Елемент DD1.1 служить для виключення впливу ланцюгів заряду на ланцюг обнулення лічильника. Наявність двох вузлів обумовлена неоднозначністю вихідних рівнів LPT-порту при можливому «зависанні» комп'ютера. Вузол на елементах DD1.2, DD1.4, DD1.6 спрацьовує за наявності на виході DATA0 сигналу логічної одиниці після закінчення приблизно 8 секунд. Вузол на елементах DD1.3, DD1.5 спрацьовує за наявності на виході DATA0 сигналу логічного нуля також після закінчення приблизно 8 секунд. Діоди VD1 і VD2 служать для швидкого розряду конденсаторів і відключення вузла захисту при виникненні сигналу логічного нуля або одиниці відповідно (при відновленні

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.
32

нормальної роботи програми або комп'ютера).

З виходу вузла захисту через розділові діоди VD7, VD8 сигнал високого логічного рівня поступає на ланцюг потенціометра R26, з двійка якого через резистор R34 і розділовий діод VD17 поступає на базу транзистора VT2.

Розглянемо роботу другого каналу (вузла керування вентилятором №2), який побудовано на лічильнику DD2.2, діодах VD9-VD12 і транзисторах VT3, VT4. Цикл починається після закінчення спільного для всіх каналів імпульсу початкової установки, що формується програмно на лінії DATA2 порту LPT і що поступає на вхід R лічильника через оптрон U1.2. Через деякий час з лінії DATA2 через оптрон U1.2 на вхід CN лічильника починають поступати рахункові імпульси, з кожним з яких змінюється стан виходів лічильника. Резистори R13, R14, R19, R20 і діоди VD9-VD12 утворюють перетворювач коду в напругу, пропорційну числу імпульсів, що надійшли на вхід лічильника в даному циклі. Вона поступає на вентилятор через підсилювач на транзисторах VT3 і VT4. Оскільки цикли регулювання повторюються з періодом приблизно 3 с, напруга на вентиляторі велику частину часу залишається незмінним, пульсації згладжує конденсатор С5.

На нульовому ступені регулювання (рахункових імпульсів немає) вентилятор обертається з мінімальною частотою, яку встановлюють налаштувальним резистором R29. Максимальну частоту обертання (прийшло 16 імпульсів) регулюють налаштувальним резистором R35.

Розглянемо роботу третього каналу (вузла керування вентилятором №3), який побудовано на лічильнику DD3.1, діодах VD13-VD16 і транзисторах VT5, VT6. Цикл починається після закінчення спільного для всіх каналів імпульсу початкової установки, що формується програмно на лінії DATA3 порту LPT і що поступає на вхід R лічильника через оптрон U1.3. Через деякий час з лінії DATA3 через оптрон U1.3 на вхід CN лічильника починають поступати рахункові імпульси, з кожним з яких змінюється стан виходів лічильника. Резистори R15, R16, R21, R22 і діоди VD13-VD16 утворюють перетворювач коду в напругу, пропорційну числу імпульсів, що надійшли на вхід лічильника в даному циклі.

Вона поступає на вентилятор через підсилювач на транзисторах VT5 і VT6. Оскільки цикли регулювання повторюються з періодом приблизно 3 с, напруга на вентиляторі велику частину часу залишається незмінним, пульсації згладжує конденсатор С6. На нульовому ступені регулювання (рахункових імпульсів немає) вентилятор обертається з мінімальною частотою, яку встановлюють налаштувальним резистором R31. Максимальну частоту обертання (прийшло 16 імпульсів) регулюють налаштувальним резистором R37.

До розетки LPT системного блоку комп'ютера (або через відповідний перехідник до порту USB) підключається вилка XP1. Три канали керування вентиляторами підключаються до вилок XP2, XP4 і X5. Вилка XP3 з'єднується з джерелом напруги 12 В, наявним в кожному комп'ютері стандартною кабельною розеткою. Для керування вентиляторами використовується програма FanControl, але щоб вона змогла працювати в автоматичному режимі, на комп'ютері потрібно заздалегідь встановити і запустити програму SpeedFan [13].

1.5.3 Обґрунтування вибору елементної бази електричної схеми

Основа пристрою складають інтегральні мікросхеми серії 561 (КМОП), побудовані на польових транзисторах. Вони відрізняються малим споживанням електроенергії, на відміну від інших серій. Перерахуємо параметри деяких з них.

Мікросхема К561ЛН2 (CD4049А) представляє собою шість логічних елементів НЕ з буферним виходом. ІС не має захисних діодів, підключених анодами до шини живлення, що дозволяє подавати на вхід мікросхеми напругу, що перевищує напругу живлення. Тому вона може бути використана для узгодження вихідних рівнів КМОП з входами ТТЛ-схем. Містить 19 інтегральних елементів. Корпус типу 201.14-1, маса не більше 1 г.

Мікросхема К561ІЕ10 (CD4520А) представляє собою два чотирьохрозрядні лічильники. Містить 354 інтегральних елементи. Корпус типу 238.16-1, 2103.16-с, маса не більше 1,5 г.

Обрано найбільш дешевий малогабаритний діод типу КД521В, транзистор з великим коефіцієнтом підсилення типу КТ3102А і транзистор з великим статичним коефіцієнтом типу КТ837Ф.

					<i>КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		34

1.6 Розробка друкованої плати пристрою

1.6.1 Розрахунок коефіцієнту заповнення друкованої плати

Розрахунок коефіцієнту заповнення друкованої плати можна зробити по складальному кресленню плати. Для цього треба зміряти площу, займану елементом разом з виступаючими за корпус виводами (посадочне місце). В плані (плоскості) всі посадочні місця можна розглядувати як прямокутники і кола. Як відомо, площа прямокутника дорівнює добутку довжини на ширину прямокутника, а площа круга обчислюється так:

$$S = \pi D^2/4, \quad (1.1)$$

де

D – діаметр круга, а π – фізична константа, рівна 3,14

Розрахунок слід вести з використанням таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Найменування елемента	Площа, займана елементом	Кількість однотипних елементів	Площа, займана всіма елементами
Резистор МЛТ 0,125	13,2 мм ²	37	488,4 мм ²
Резистор СПЗ-4аМ	78,5 мм ²	6	471 мм ²
Резистор СПЗ-38б	50,24 мм ²	1	50,24 мм ²
Транзистор КТ3102А	21,23 мм ²	3	63,68 мм ²
Транзистор КТ837Ф	43,77 мм ²	3	131,31 мм ²
Конденсатор К50-35	15,9 мм ²	5	79,5 мм ²
Конденсатор К53-14	40 мм ²	2	80 мм ²
Микросхема К561ЛН2	144,3 мм ²	1	144,3 мм ²
Микросхема К561ИЕ10	162,8 мм ²	2	325,6 мм ²
Диод КД521В	7,22 мм ²	17	122,74 мм ²
Оптрон АОД109	144,3 мм ²	1	144,3 мм ²

Таблиця заповнюється, після чого треба скласти всі цифри останнього стовпця. Таким чином буде знайдено площу, займану всіма елементами схеми *Селемент*. Площа друкованої плати – *Snплати* дорівнює добутку її довжини на ширину. Коефіцієнт заповнення друкованої плати:

$$S_{елемент} = 2101,1 \text{ мм}^2$$

$$K_{зан} = S_{елемент} / S_{нплати} \times 100\%$$

$$K_{зан} = 2101,1 / 4516,2 \times 100\% = 214,94.$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

35

1.6.2 Розробка друкованої плати та монтажної схеми пристрою

Пристрій передбачається збирати на одnobічній друкованій платі з фольгованого стеклотекстолиту товщиною 1 мм. Розроблена друкована плата (схема розташування елементів та доріжок) зображена на рис.1.20.

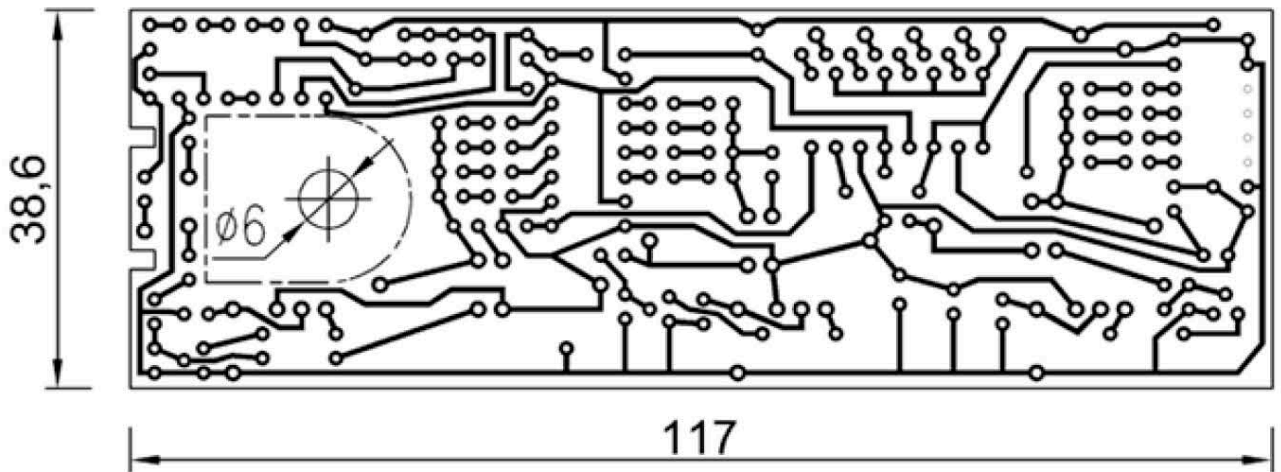


Рисунок 1.20. Схема розташування елементів та доріжок пристрою

Розроблена монтажна схема (рис.1.21) розрахована на установку резисторів МЛТ-0,125 і подібних до них. Налагоджувальні резистори – СПЗ-38Б або аналогічні імпорتنі. Змінний резистор R26 – СПЗ-4АМ або інший, відповідний по розмірах.

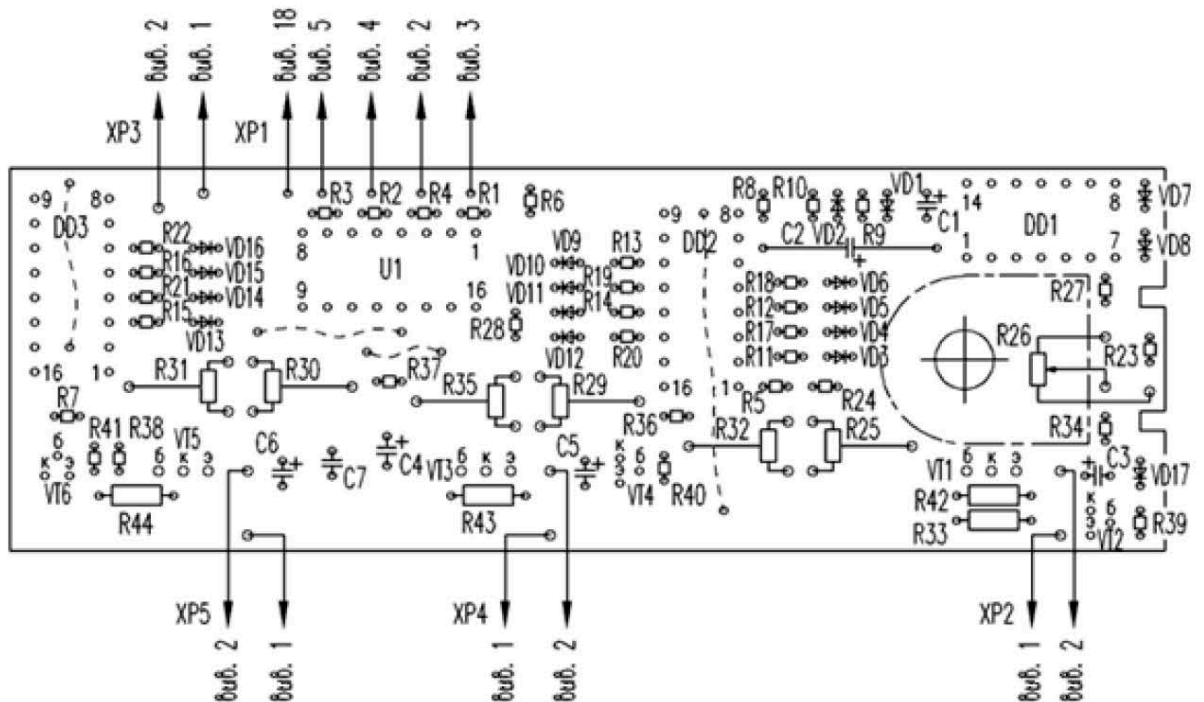


Рисунок 1.21. Монтажна схема елементів пристрою

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

36

1.7 Вибір комплектуючих системи рідинного охолодження

1.7.1 Вибір теплообмінника для системи рідинного охолодження

У якості радіатора системи рідинного охолодження для desktop-комп'ютера обрано теплообмінник високого класу Magiscool 120 Ultra Radiator Magiscool. Мідні пластини спеціально розроблені для роботи з тихим вентилятором, тоді як паралельні канали для охолоджувальної рідини зменшують опір рідини до мінімуму, досягаючи максимальної продуктивності з мінімальним шумом. По обидва боки від радіатора зроблені отвори М3 для забезпечення гнучкого монтажу вентилятора, а також вбудовані різьблення, що дозволяють легко встановлювати всі поширені фітинги і хомути (рис.1.22).



Рисунок 1.22. Зовнішній вигляд теплообмінника Magiscool

Даний радіатор має такі технічні характеристики:

матеріал.....мідні пластини, латунні камери;
розміри.....156 x 120 x 45 (мм);
трубка.....13 x 2 (мм);
з'єднувальна різьба.....G1 / 4 " ;
маса.....650 г;
випробувальний тиск.....2,5 бар;
монтаж / вентилятор.....4 шт. М3;
установка.....сторона для 120-міліметрового вентилятора.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

37

1.7.2 Вибір вентилятора для системи рідинного охолодження

У якості вентилятора для системи рідинного охолодження обрано Noctua NF-P12 redux-1700 (рис.1.23). Вентилятор має дев'ять великих лопатей звичної форми і гідродинамічний підшипник SSO. Максимальна швидкість для цієї моделі становить 1700 об/хв. Мінімальні обороти при керуванні за допомогою ШІМ становлять 450 за хвилину. При використанні контролю напругою мінімум складає 700 об/хв за достатніх для старту 5В.



Рисунок 1.23. Зовнішній вигляд вентилятора Noctua NF-P12 redux-1700

Даний вентилятор (рис.1.23) має такі технічні характеристики:

назва моделі.....	Noctua NF-P12 redux-1700;
габарити, мм.....	120x120x25;
швидкість, мінімум (об/хв).....	450;
швидкість, максимум (об/хв).....	1700;
потік, м ³ /год.....	120;
статичний тиск, мм Н ₂ О.....	2,83;
сила струму, А.....	0,1;
номінальна напруга, В.....	12;
споживання, Вт.....	1,1;
тип підшипника.....	SSO (гідродинамічний з магнітною стабілізацією);
рівень шуму дБ (А).....	25,1;
напрацювання на відмову, в год.....	150 000.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

1.7.3 Вибір помпи та ватерблоку для системи рідинного охолодження

У якості помпи та ватерблоку для системи рідинного охолодження обрано Cooler Master Nepton 140 (рис.1.24). Керамічний підшипник забезпечує практично безшумну роботу помпи, а антивібраційна силіконова прокладка ізолює вібрації. Живлення помпи виконується від напруги 12В за допомогою 4PIN-роз'єму з можливістю регулювання оборотів. Фітинги на помпі поворотні – це полегшить орієнтацію шлангів всередині корпусу системного блоку. Ватерблок Nepton 140 призначений для охолодження центрального процесора або графічного процесора на відеокарті. Основу ватерблоку Nepton 140 виконано з високоякісної міді. Набір кріплень дозволяє встановити ватерблок Nepton 140 майже на будь-яку сучасну відеокарту і процесор. Ватерблок Nepton140 не створює сильного водяного опору, але при цьому демонструє добру ефективність охолодження [14].

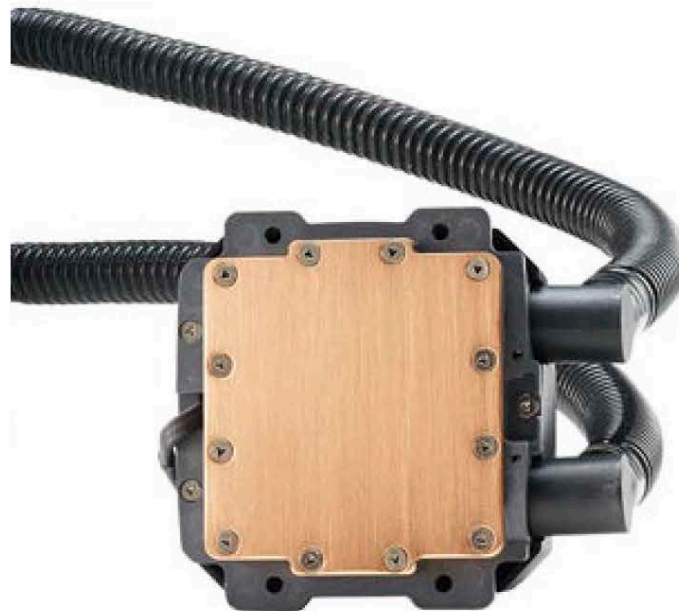


Рисунок 1.24. Зовнішній вигляд помпи Cooler Master Nepton

Помпа Cooler Master Nepton має такі технічні характеристики:

розмір, мм.....75×69,7×49,1;
рівень шуму, дБА.....15;
тип підшипника.....керамічний;
роз'єм живлення.....4 pin;
продуктивність, л/год.....120;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

номінальний струм, А.....1,2;
 вхідна напруга, В.....12;
 споживана потужність, Вт.....4,8;
 термін служби, год.....70000.

1.7.4 Вибір шлангів для системи рідинного охолодження

У якості шлангів обрані TFC Feser Tube 10 /13mm-UV Silver – 2,5 m (рис.1.25) для систем водяного охолодження, які виконані із високоякісного полівінілхлориду і характеризуються відмінними споживчими і технічними характеристиками. Розроблені ці шланги спеціально для використання в системах водяного охолодження і відрізняються не тільки м'якістю і гнучкістю, але одночасно з цим мають підвищений опір згину, що забезпечує їм малий радіус вигину. Крім відмінних характеристик і зручності дані шланги також мають стильний зовнішній вигляд і є флуоресцентними, тобто світяться при підсвічуванні ультрафіолетовою лампою або світлодіодами. Поставляються шланги в наборах відрізками довжиною 2,5 метра.



Рисунок 1.25. Зовнішній вигляд шлангів TFC Feser Tube 10 /13mm-UV Silver

Шланги мають такі технічні характеристики:

матеріал.....ПВХ (полівінілхлорид);
 внутрішній діаметр.....9,65 мм;
 зовнішній діаметр..... 12,7 мм;
 товщина стінки..... 1,52 мм;

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

довжина.....2,5 м;
колір.....сріблястий (світиться синім при
підсвічуванні ультрафіолетом);
робочі температури.....-30 ° С до 70 ° С.

1.8 Проектування конструкції системи рідинного охолодження

Система рідинного охолодження призначена для підтримання оптимального теплового режиму системного блоку комп'ютера, регулювання відведення тепла від найгарячіших деталей, які нагріваються або в результаті тертя, або контакту з гарячими газами, за допомогою датчика контролю температури. Спроектована конструкція кулера рідинного охолодження призначена для використання в закритих приміщеннях. Складальний кресленик спроектованої конструкції системи рідинного охолодження, виконаний у САПР AutoCAD, наведений на рис. 1.26. Спроектована конструкція має зручну компоновку, оскільки система являє собою поєднання радіатора з вентилятором і блоку помпи з ватерблоком, з'єднаних трубками. Радіатор складається з 14 плоских каналів, якими рухається холодоагент і між якими приклеєна перфорована гофрострічка. Радіатор має довжину 156 мм і ширину 120 мм, при цьому товщина його робочого тіла становить 26 мм, тому на верхній поверхні корпусу системного блоку мають бути вентиляційні решітки саме таких розмірів. Встановлювати ватерблок на процесор чи відеокарту буде досить зручно. До самого ватерблоку елементи кріплення прикручуються гвинтами. Його мікро-канальна структура має поздовжнє заглиблення в середній частині, а також ламель для більш рівномірного розподілу потоку рідини по всій площі ребер. Підкладка ватерблоку оброблена цілком рівномірно. Помпа буде працювати безшумно, вібрацій не має бути. Довжина і ширина помпи складає 75 x 70 мм відповідно. Висота помпи становить усього 49 мм. Продуктивність помпи складає 120 л/год. Швидкість ротора помпи складає 1800 об/хв, а максимальне енергоспоживання – 4,8 Вт. Термін служби керамічного підшипника помпи – не менше 70 000 годин безперервної роботи, а рівень шуму – до 15 дБА. Фітинги на помпі є поворотними для полегшення орієнтації шлангів всередині корпусу системного блоку.

					<i>КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		41

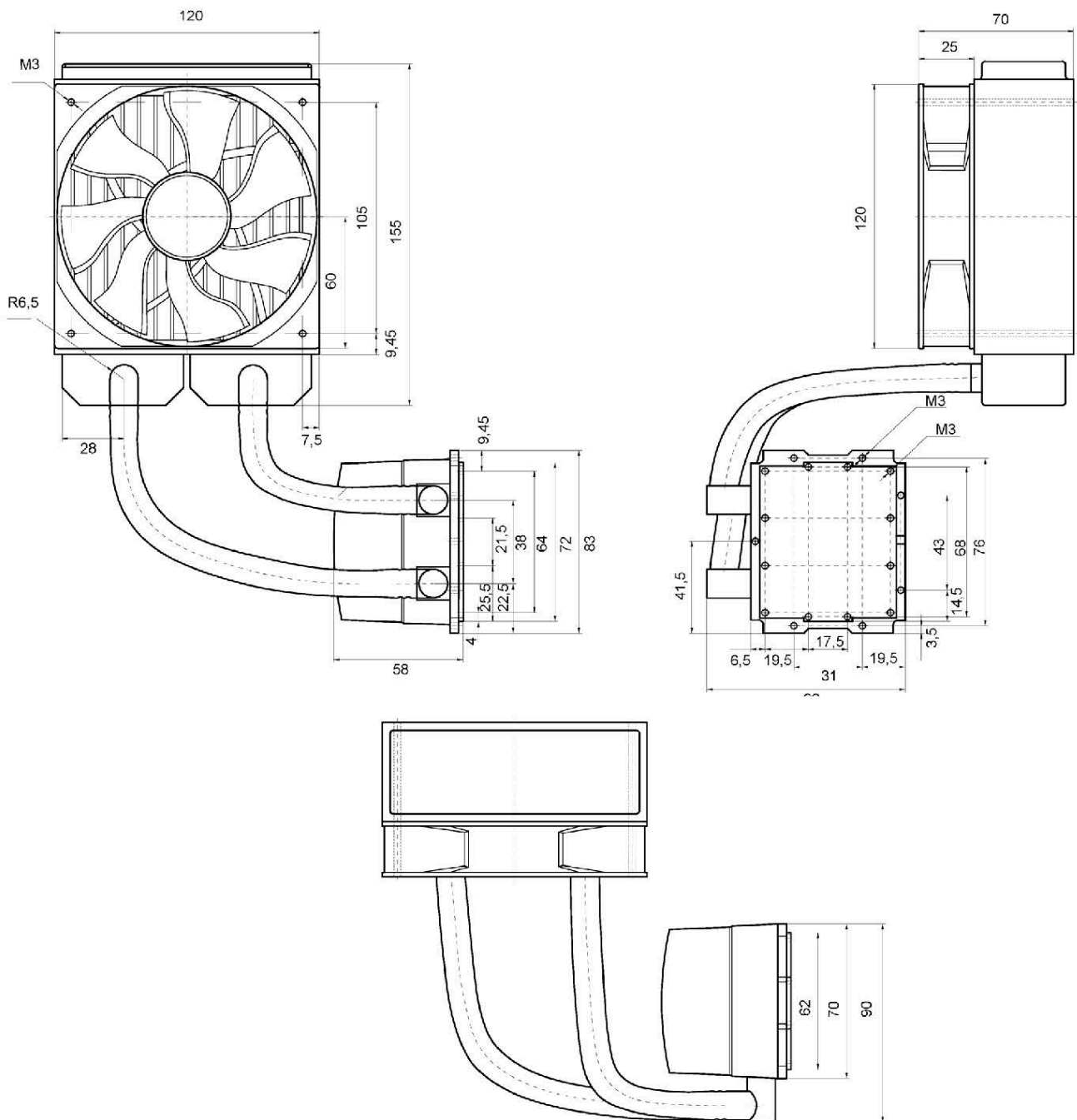


Рисунок 1.26. Складальний кресленик системи рідинного охолодження

На систему рідинного охолодження встановлюються обраний вище 120-мм вентилятор Noctua NF-P12 redux-1700 зі 113-мм крильчаткою і великим 47-мм статором. Вентилятор повністю покриває поверхню радіатора, гвинтове кріплення надійно притискує його до радіатора. Для зниження передачі вібрацій і зменшення рівня шуму вентилятор оснащений м'якими силіконовими накладками на кутках кріплення. Вентилятор стикається з радіатором тільки через ці прокладки. Його заявлений термін служби становить 150 000 годин. При напрузі 12 В і силі струму 0,1 А енергоспоживання цих моделей може досягати 1,1 Вт.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.
42

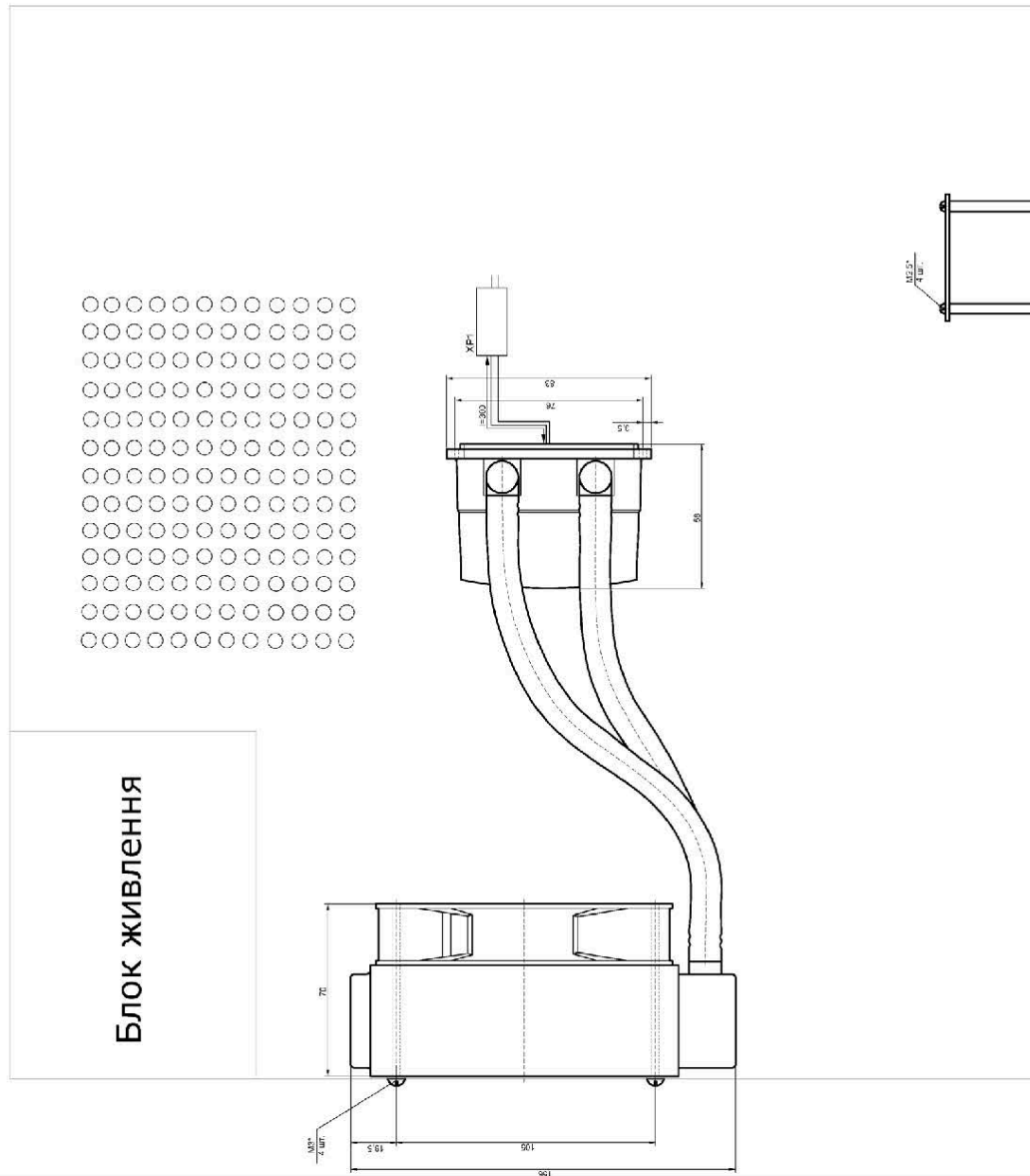
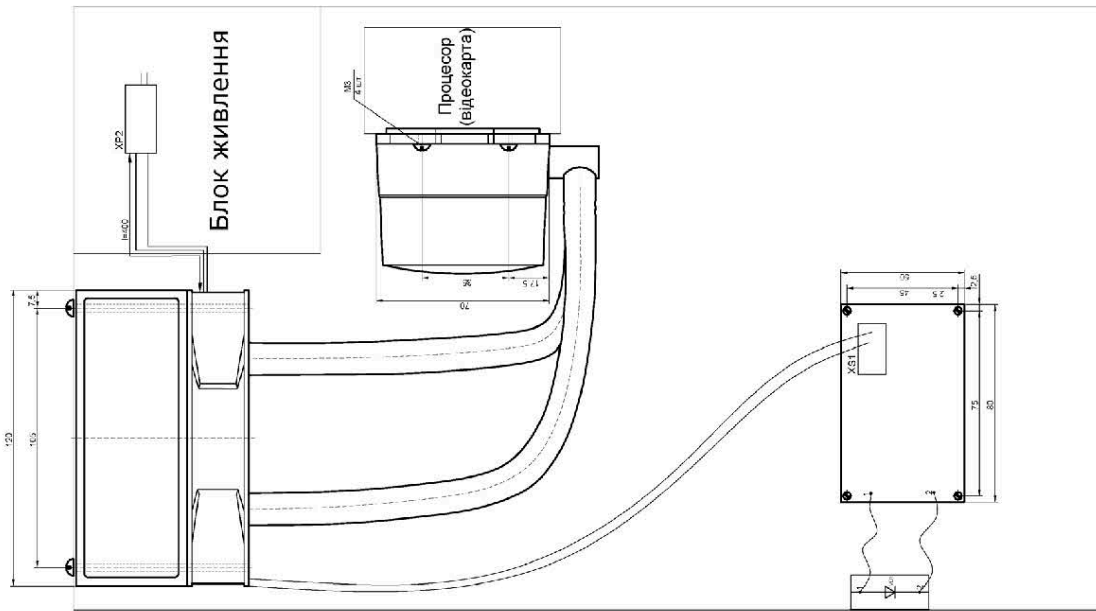


Рисунок 1.27. Габаритний кресленик системи рідинного охолодження

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Швидкість обертання вентилятора регулюється в діапазоні від 450 до 1700 об/хв за допомогою автоматичного регулятора. Шланги мають довжину 250 мм, зовнішній діаметр 13 мм і 8 мм – внутрішній. Щоб уникнути перегинів, шланги мають рифлену зовнішню поверхню, але вони не надмірно жорсткі. На фітингах радіатора шланги надійно опресовані. Таким чином, отримано просту, компактну і надійну конструкцію кулера рідинного охолодження, габаритний кресленик якої, виконаний у САПР AutoCAD наведений на рис.1.27.

1.9 Налаштування програмного забезпечення пристрою

1.9.1 Використання програми SpeedFan

Функцію опитування датчика температури процесора покладено на програму SpeedFan. Програма SpeedFan, (автор Alfredo Milani Comparetti) поширюється безкоштовно, вона сумісна з великою кількістю материнських плат, має гнучку систему налаштувань і дозволяє регулювати швидкість обертання вентиляторів як автоматично, так і уручну за допомогою ШІМ-контролера, вбудованого в контролер середовища.

Програма SpeedFan, яка через драйвер giveio.sys (входить у дистрибутив програми) звертається до портів вводу-виводу комп'ютера і зчитує значення температури процесора. Зчитані значення програма записує у файл-звіт, який розташовується в робочій папці програми SpeedFan.

Програма FanControl визначає місце розташування файлу звіту, зчитує значення температури і відповідно до призначених для користувача налаштувань встановлює значення швидкості обертання вентиляторів. В якості каналу керування швидкістю обертання вентиляторів використано паралельний порт комп'ютера.

Для початку використання програми треба спочатку встановити програму SpeedFan (потрібні права адміністратора). Дистрибутив програми можна скачати, відвідавши сторінку <http://www.almico.com/sfdownload.php>. Після запуску програма починає пошук контролера середовища. Після успішного пошуку, можливо, відобразуватимуться декілька значень температури (процесора, в

					<i>КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		44

корпусі, температури жорстких дисків і т.д.). Для того, щоб визначити яка з температур відповідає температурі процесора потрібно поекспериментувати. Для цього треба скористатися будь-якою програмою, що забезпечує велике завантаження процесора, наприклад програмою архівації даних. Треба встановити в налаштуваннях програми архіватора максимальний рівень стискування (компресії) і задати створення архіву з декількох файлів сумарним об'ємом більше 1 Гбайт. Та температура, значення якої в процесі архівації більше всіх змінилася і є температура процесора (наприклад у спокої 30-36°C, з повним завантаженням 50-55°C). Далі треба включити опцію запису результатів моніторингу у файл-звіт (рис. 1.28). Максимальну кількість десяткових знаків треба встановити в 1 [14].

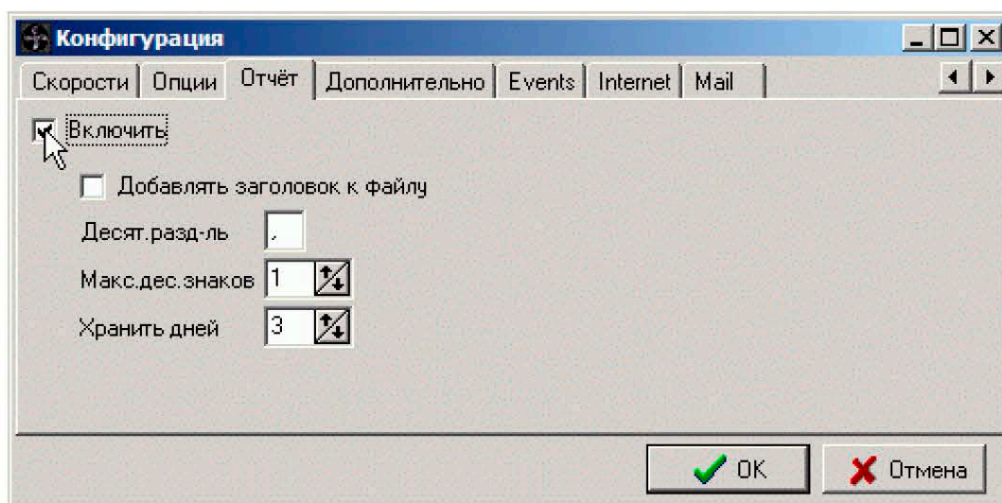


Рисунок 1.28. Вкладка звіту в конфігурації програми SpeedFan

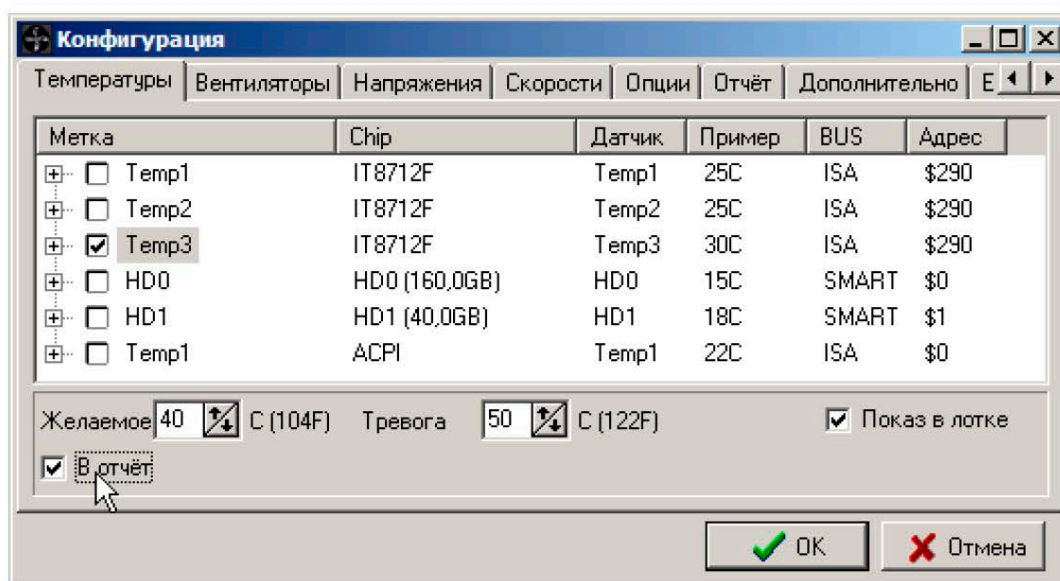


Рисунок 1.29. Вкладка температури в конфігурації програми SpeedFan

Необхідно також вказати, щоб у файл звіту записувалося лише значення температури процесора, на рис. 1.29 це Temp3. Для решти всіх контрольованих параметрів треба відключити прапорець «в звіт». Після набирання чинності всіх налаштувань в папці програми з'явиться файл звіту SFLogXXXXXXXXX.csv, де XXXXXXXXXXXX – поточна дата у форматі рік-місяць-день. Файл можна проглянути за допомогою програми Блокнот. Вигляд правильно конфігурованого файлу представлено на рис. 1.30.

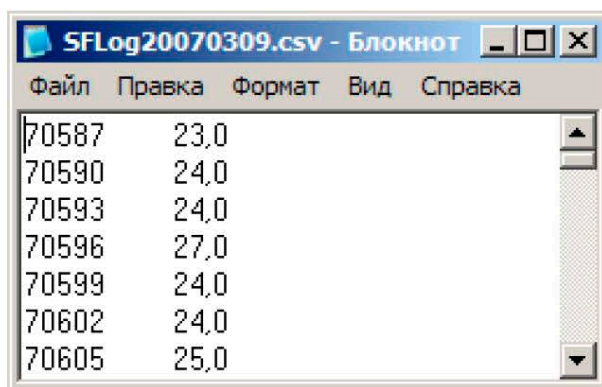


Рисунок 1.30. Файл звіту програми SpeedFan

П'ятизначні цифри зліва – час, виражений в секундах, двозначні цифри справа – температура процесора. Як видно із значень часу період оновлення складає 3 секунди. Для запуску програми одночасно із завантаженням Windows необхідно помістити ярлик програми SpeedFan у папку автозавантаження. Також потрібно включити опцію запуску програми в згорнутому вигляді (рис. 1.31).

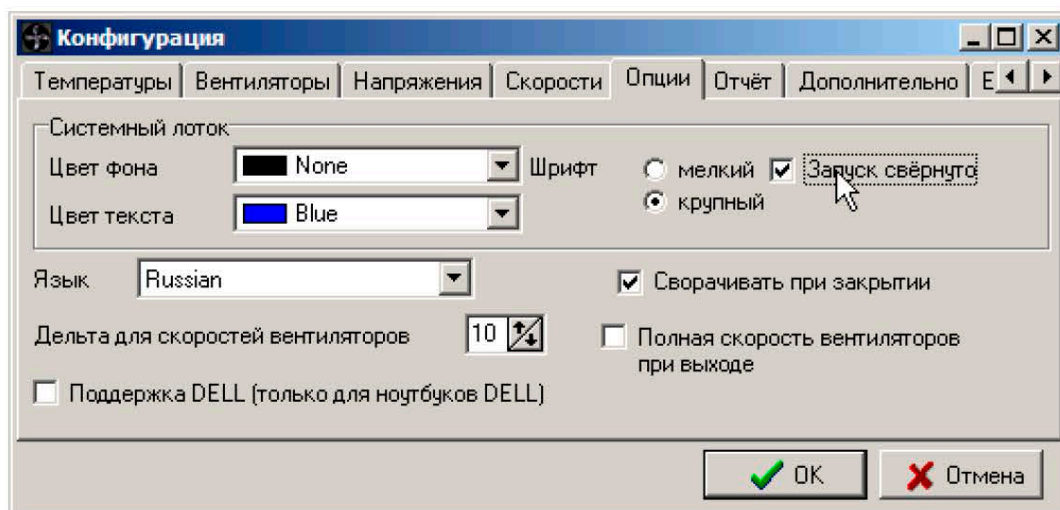


Рисунок 1.31. Вкладка опцій в конфігурації програми SpeedFan

1.9.2 Використання програми FanControl

Програма FanControl спільно з розробленим пристроєм призначена для регулювання швидкості обертання вентиляторів. Керуючі імпульси знімаються з LPT або USB порту комп'ютера і поступають на схему, в якій формується напруга живлення кулера, прямо пропорційна кількості керуючих імпульсів. Для звернення до LPT порту використовується VICX-драйвер (входить в дистрибутив програми), для установки якого необхідні права адміністратора. Регулювання може здійснюватися як в автоматичному режимі по поточному значенню температури (процесора, усередині корпусу або ін. залежно від можливостей комп'ютера) так і в ручному. Регулювання швидкості 16-ти ступінчасте (приблизно від 40% до 100% з кроком 4%). У автоматичному режимі регулювання програма зчитує поточне значення контрольної температури з файлу-звіту (*.csv) програми SpeedFan, відповідно в налаштуваннях SpeedFan має бути включена опція запису файлу-звіту. Робота програми перевірялася у середовищі Windows 10.

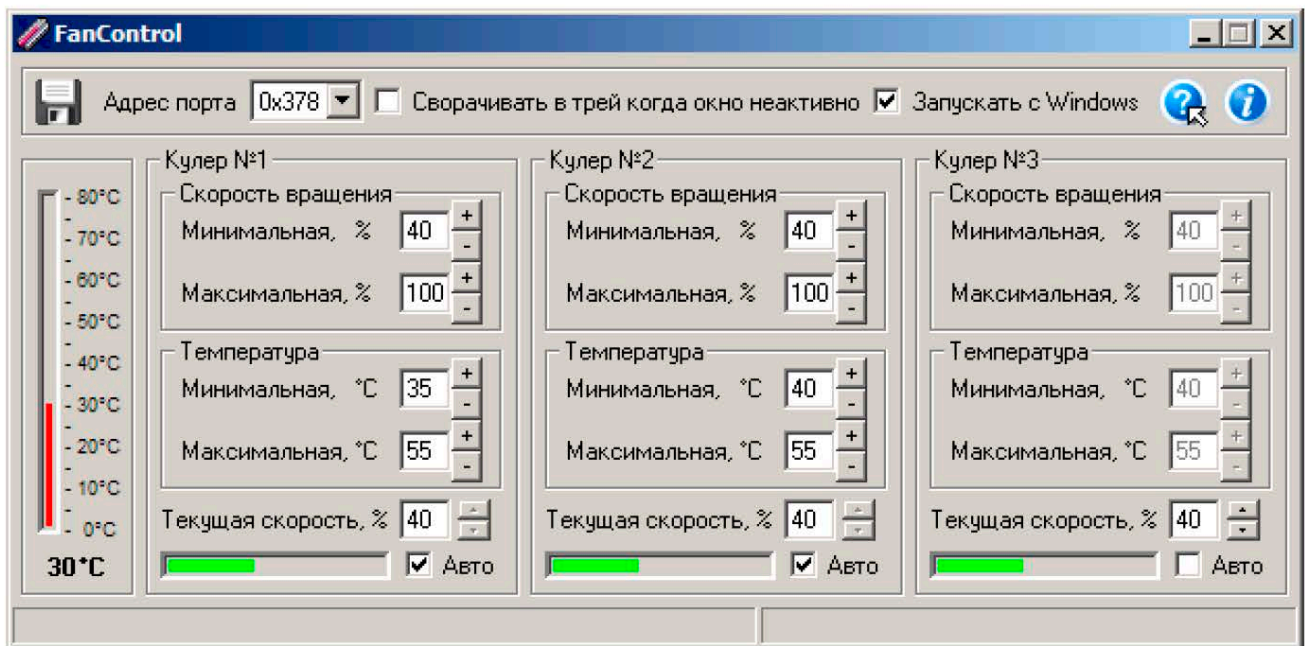


Рисунок 1.32. Інтерфейс програми FanControl

Щоб встановити програму FanControl треба запустити файл FanControl.exe і діяти згідно інструкціям інсталятора. В кінці установки програми треба погодитися з установкою VICX-драйвера (потрібні права адміністратора). При

подальшому видаленні програми VICX-драйвер буде автоматично видалений. Далі необхідно запустити програму FanControl. При запуску програма згортається у трей. Для розгортання вікна програми вистачає один раз клікнути лівою кнопкою мишки по іконці програми. На рис. 1.32 показано вікно програми. Тепер треба вибрати режим регулювання для кожного вентилятора окремо, для включення автоматичного режиму необхідно включити прапорець «Авто». Використовуючи кнопки «+», «-» встановлюються бажані межі регулювання швидкості обертання залежно від температури. У ручному режимі регулювання (прапорець «Авто» вимкнений) стають активними кнопки ручного регулювання, а кнопки «+», «-» навпаки неактивними. У верхній частині вікна програми розташований список вибору адреси паралельного порту, прапорець керування автоматичним згортанням, коли вікно неактивне і прапорець керування автозавантаженням програми. Для визначення адреси паралельного порту можна скористатися виконуваним файлом test_vicx.exe (VICX-драйвер має бути встановлений) розташованим в папці з програмою. У вікні, що з'явилося, в режимі командного рядка відображатиметься інформація про паралельний порт, у тому числі буде вказана і його адреса. Для закриття вікна достатньо натиснути будь-яку клавішу.

Після зміни будь-яких налаштувань стає доступна кнопка збереження налаштувань програми. Налаштування зберігаються у файлі Settings.ini у папці розміщення програми. Після видалення програми (через Uninstall.exe) файл налаштувань не видаляється (якщо не потрібний – можна видалити уручну). Якщо у момент запуску програми SpeedFan ще не запущена, або не включений запис звіту, а режим регулювання автоматичний, то швидкість встановиться відповідно до раніше збереженого значення при ручному регулюванні, але перемикання режиму регулювання на ручний не станеться (якщо це перший запуск програми FanControl і налаштування ще не зберігалися, то значення швидкості встановиться на рівні 100%). Після запуску SpeedFan і включення запису звіту автоматичний режим відновиться в повному об'ємі. Аналогічні, але зворотні перемикання швидкості програма виконає і при раптовому закритті

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

48

програми SpeedFan.

Період оновлення інформації в програмі вибраний рівним 3 секундам (виходячи з періоду оновлення інформації у файлі-звіті), тому не треба чекати від програми негайного виконання деяких дій.

Налаштування програми і пристрою керування в цілому полягає в установці мінімальної швидкості обертання, при якій вентилятор гарантовано починає обертатися і в установці діапазону регулювання швидкості обертання. Треба підключити розроблений пристрій до комп'ютера, підключити вентилятор, на роботу з яким виконуватиметься налаштування, паралельно вентилятору підключити вольтметр. Далі треба запустити програму FanControl, відключити автоматичний режим регулювання і встановити значення швидкості 40%. Тепер треба встановити движок резистора R25 в положення, відповідне мінімальному значенню опору. Переміщенням движку резистора R32 необхідно встановити напругу, при якій вентилятор надійно запускається (орієнтовно 5 В). Далі треба встановити 100 % і обертанням движку резистора R25 встановити напругу, яка на 0,25 – 0,3 В менше напруги живлення. Тепер треба встановити 40 % і обертанням движка резистора R32 встановити напругу на рівні мінімальної (ті ж 5 В), встановити 100 % і обертанням движка резистора R25 встановити напругу, яка на 0,25 – 0,3 В менше напруги живлення. Треба повторювати процедуру до тих пір, поки при зменшенні швидкості з 100 % до 96 % напруга зменшиться хоч би на 30 – 40 мВ, а при зниженні до 40 % напруга буде на рівні 5 В. Якщо добитися цього не вдається, то потрібно понизити верхнє значення напруги ще на 0,1 – 0,2 В і повторити налаштування. Налаштування вузлів керування іншими вентиляторами виконується аналогічно. Після закінчення налаштування можна включити автоматичний режим регулювання, і запустивши додаток, який викликає сильне завантаження процесора, проконтролювати зміну швидкості обертання пропорційно зростанню температури процесора.

2 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному дипломному проекті була розроблена система рідинного охолодження для desktop-комп'ютера та контролер. Пристрій дозволяє підвищити ефективність тепловідведення та призначений для розміщення всередині системного блока desktop-комп'ютера. Система складається з термодатчика, автоматичного регулятора обертання швидкості вентилятора та власне кулера водяного охолодження, який містить ватерблок, помпу, вентилятор, радіатор. Ефективність розробленої системи може бути вищою, ніж в існуючих кулерів, які мають завеликі габарити, не завжди задовільно справляються з відведенням тепла та створюють помітний шум під час своєї роботи. Розроблений кулер рідинного охолодження за рахунок специфіки своєї конструкції має компактнішу форму, а використання рідинного теплоносія забезпечує краще відведення тепла.

У даному розділі визначаємо вартісну оцінку розробленого пристрою. Спочатку визначаємо калькуляцію розробленого виробу укрупненим методом через вартість покупних комплектуючих елементів і виробів, для визначення якої складаємо перерахування елементів і виробів на основі відомості специфікацій (принципової схеми) по формі, приведених в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Розрахунок відомості покупних комплектуючих елементів

Найменування, тип, модель	Од.вим	кількість	Ціна, грн.	Вартість комплектуючих
Мікросхема K561ЛН2	шт.	1	100.00	100.00
Мікросхема K561ИЕ10	шт.	2	120.00	240.00
Транзистор КТ837	шт.	2	50.00	100.00
Транзистор КТ3102А	шт.	2	20.00	40.00
Діод КД521В	шт.	16	5.00	80.00
Оптрон TLP521-4	шт.	1	7.00	7.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 470 Ом	шт.	4	10.00	10.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 4,7 кОм	шт.	4	10.00	10.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 3 мОм	шт.	2	10.00	20.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 2,2 мОм	шт.	2	10.00	20.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 560 кОм	шт.	2	10.00	20.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 2,2 мОм	шт.	1	10.00	10.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 560 кОм	шт.	1	10.00	10.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 1,2 мОм	шт.	2	10.00	20.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 270 кОм	шт.	2	10.00	20.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 1,2 мОм	шт.	1	10.00	10.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 270 кОм	шт.	1	7.00	7.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 75 кОм	шт.	2	7.00	14.00

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

50

Резистор МЛТ – 0.125 – 47 кОм	шт.	2	7.00	14.00
Резистор СПЗ-386 – 68 кОм	шт.	2	5.00	10.00
Резистор СПЗ-4Ам – 6,8 кОм	шт.	1	5.00	5.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 5,1 кОм	шт.	1	5.00	5.00
Резистор СПЗ-386 – 47 кОм	шт.	2	5.00	10.00
Резистор СПЗ-386 – 68 кОм	шт.	1	5.00	5.00
Резистор СПЗ-386 – 47 кОм	шт.	1	5.00	5.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 22 кОм	шт.	1	10.00	10.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 75 кОм	шт.	2	10.00	20.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 47 кОм	шт.	1	7.00	7.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 10 кОм	шт.	3	20.00	60.00
Резистор МЛТ – 0.125 – 10 кОм	шт.	3	20.00	60.00
Загальна вартість покупних комплектуючих елементів				979
Транспортні витрати (10%)				97,9
Всього (Впк)				1076,9

Калькуляцію планової собівартості розробленого виробу розраховуємо з використанням методу питомих ваг і структури собівартості аналогічної продукції: питома вага матеріалу $\rightarrow \alpha_m = 20\%$; питома вага покупних виробів $\rightarrow \alpha_{пк} = 62\%$; питома вага основної заробітної плати $\rightarrow \alpha_{озп} = 18\%$

Таблиця 2.2. Калькуляція планової собівартості

Найменування статті витрат	Значення, грн.	Розрахунок
1. Сировина і матеріал	347,38	$V_m = \alpha_m * V_{пк}/\alpha_{пк} = 20 * 1076,9/62$
2. Комплектуючі вироби і покупні напівфабрикати	1076,9	$V_{пк} = \text{см.табл.2.1}$
3. Основна заробітна плата	312,65	$V_{оз} = \alpha_{озп} * V_{пк}/\alpha_{пк} = 18 * 1076,9/62$
4. Додаткова заробітна плата	125,06	$V_{дз} = 0,4 * V_{оз} = 0,4 * 312,65$
5. Відрахування до єдиного соцфонду	96,29	$V_{ес} = (V_{оз} + V_{дз}) * 0,22 = (312,65 + 125,06) * 0,22$
6. Загально-виробничі витрати	375,18	$V_{заг.вир} = (1,2...1,5) * V_{оз} = 1,2 * 312,65$
7. Виробнича собівартість	2333,46	$S_{вир} = V_m + V_{пк} + V_{оз} + V_{дз} + V_{ес} + V_{заг.вир}$
8. Адміністративні витрати	93,79	$V_a = V_{оз} * 0,3 = 312,65 * 0,3$
9. Витрати на збут	46,67	$V_{зб} = S_{вир} * 0,02 = 2333,46 * 0,02$
10. Інші операційні витрати	23,33	$V_{оп} = S_{вир} * 0,01 = 1102,01 * 0,01$
Повна собівартість	2497,25	$S_{пов.} = S_{вир} + V_a + V_{зб} + V_{оп} = 2333,46 + 93,79 + 46,67 + 23,33$

Розмір планового прибутку, що включається в ціну, визначаємо по формулі:

$$П = (S_{пов} * p) / 100\% = (2497,25 * 10\%) / 100\% = 249,72 \text{ грн.} \quad (2.1)$$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

51

де р-планова рентабельність продукції (10%...30%)

Оптову ціну виробу визначаємо по формулі:

$$Ц_o = C_{\text{пов}} + \Pi = 2497,25 + 249,72 \text{ грн} = 2746,97 \text{ грн.} \quad (2.2)$$

Ціну реалізації виробу встановлюємо з урахуванням ПДВ:

$$Ц_r = Ц_o + П_z, \quad (2.3)$$

де $П_z$ - податкове зобов'язання з ПДВ:

$$П_z = Ц_o * 0,2 = 2746,97 * 0,2 = 549,39 \text{ грн.} \quad (2.4)$$

Звідси:

$$Ц_r = 2746,97 + 549,39 = 3296,36 \text{ грн.} \quad (2.5)$$

Отримана в таблиці 2.2 повна собівартість являє собою витрати виготовлення одиниці виробу для даного року виробництва. Запропонуємо прогноз обсягів продажів даного виробу на другій стадії життєвого циклу виробу «Виробництво» з розподілом по роках (прогноз продажів передбачаємо на 4 роки). Характерні зони промислового випуску виробу представлені на рисунку 2.1.

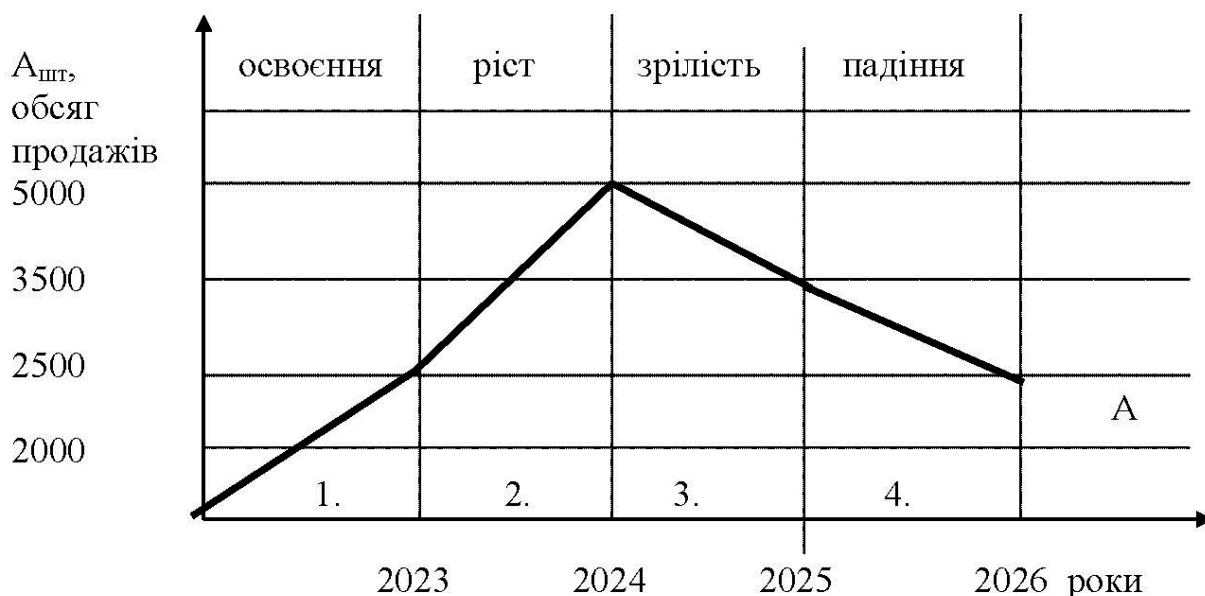


Рисунок 2.1. Прогноз обсягів продажу

В 2023 році обсяг продажів передбачається в розмірі 2500 шт під замовлення.

В 2024 році прогнозується збільшення обсягу продажів, тому витрати виробництва визначаємо по формулі:

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

$$C_{\text{пов } i+1} = C_{\text{пов } i} \left(\frac{A_i}{A_{i-1}} \right)^{0.23}, \quad (2.6)$$

де A_i – обсяг продажів (виробництва) у 1 рік розрахункового періоду, шт.;
 i – обсяг продажів (i+1)-ом року, шт.;

0,23 – показник ступеня, що характеризує вплив росту обсягів виробництва на собівартість продукції.

$$C_{\text{пов } 2024} = 2497,25 * (2500/5000)^{0.23} = 2122,66 \text{ грн.} \quad (2.7)$$

В 2025 – 2026 роках обсяг продажів зменшується, витрати виробництва приймаються на рівні попереднього року.

$$C_{\text{пов } 2025, 2026} = 2122,66 \text{ грн.} \quad (2.8)$$

Плановий прибуток, що включається в оптову ціну підприємства, для наступного року при збільшенні обсягу продажів, визначаємо по формулі:

$$P_{i+1} = C_{n+1} * \frac{\rho}{100} \quad (2.9)$$

$$P_{2024, 2025, 2026} = 2122,66 * 20/100 = 424,53 \text{ грн.}$$

Оптову ціну підприємства в наступні роки розрахункового періоду визначаємо по формулі:

$$C_{O_{i+1}} = C_{n+1} + P_{i+1} \quad (2.10)$$

$$C_{2024, 2025, 2026} = 2122,66 + 424,53 = 2547,19 \text{ грн.}$$

Податкове зобов'язання визначається по формулі:

$$Pz_{i+1} = C_{O_{i+1}} * 0.2 \quad (2.11)$$

$$Pz_{2024, 2025, 2026} = 2547,19 * 0.2 = 509,43 \text{ грн.}$$

Ціну реалізації одиниці продукції в наступні роки визначаємо по формулі:

$$C_{P_{i+1}} = C_{O_{i+1}} + Pz_{i+1} \quad (2.12)$$

$$C_{P_{2024, 2025, 2026}} = 2547,19 + 509,43 = 3056,62 \text{ грн.}$$

Вартісну оцінку результатів за розрахунковий період (P_T) визначаємо по формулі:

$$P_T = \sum_{i=t_p}^{t_k} A_i * C_{P_i} * \alpha_i \quad (2.13)$$

де t_p, t_k – відповідно розрахунковий і кінцевий рік розрахункового періоду;
 C_{P_i} – ціна реалізації в i-тім році, грн.;

					КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		53

A_i – обсяг продажів у i -тім році, грн.;

α_i – коефіцієнт, що включає фактор часу, тобто коефіцієнт приведення різночасних витрат і результатів до розрахункового року.

Вартісну оцінку за розрахунковий період визначаємо по формі, приведеної в таблиці 2.3.

Виробництво дає змогу одержати дохід за 4 роки 33,403 млн. грн.

Таблиця 2.3. Розрахунок вартісної оцінки результатів

Найменування показника	Позначення	Розрахунок виробничого періоду			
		1-й	2-й	3-й	4-й
Обсяг продажів, шт	A_i	2500	5000	3500	2500
Ціна реалізації, грн.	Π_{pi}	3296,36	3056,62	3056,62	3056,62
Вартісна оцінка результатів, млн грн.	$A_i * \Pi_{pi}$	8,240	15,283	10,698	7,641
Коефіцієнт, що враховує фактор часу	α_i	0.91	0.83	0.75	0.68
Вартісна оцінка результатів з урахуванням фактору часу, млн грн.	$A_i * \Pi_{pi} * \alpha_i$	7,499	12,685	8,023	5,196

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата

КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ

Арк.

54

3 ОХОРОНА ПРАЦІ

Законодавство України про охорону праці являє собою систему взаємозв'язаних нормативних актів, що регулюють відносини у галузі реалізації державної політики щодо правових, соціально-економічних, організаційно-технічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Дипломним проектом передбачається розробка системи рідинного охолодження для desktop-комп'ютеру. Технологічні операції, які виконуються при розробці даного комплексу різні. Одна із них – паяльні роботи. Безпека виконання вказаних робіт розглядається у даному розділі.

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на програміста при розробці даного програмного комплексу

Аналіз роботи підприємства, враховуючи характер технологічних процесів і умов праці, дозволяє визначити з достатньою достовірністю небезпечні та шкідливі чинники.:

- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- забруднення повітряного середовища;
- недостатня освітленість робочого місця;
- підвищені або знижені температура, вологість повітря робочої зони;
- небезпека ураження електричним струмом тощо.

3.2 Гігієнічні вимоги до виробничого середовища

Безпечні умови праці на підприємстві досягаються за рахунок забезпечення безпеки виробничих процесів, які обґрунтовані і прийняті в технологічній частині дипломного проекту.

Параметри мікроклімату в межах робочої зони повинні відповідати вимогам Санітарних норм мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99.

Рівень вібрації на робочих місцях не повинен перевищувати норм, встановлених Державними санітарними нормами виробничої загальної та локальної вібрації ДСН 3.3.6.039-99.

Рівні електромагнітних полів на робочих місцях повинні відповідати вимогам Державних санітарних норм і правил при роботі з джерелами електромагнітних полів, затверджених наказом МОЗ України від 18.12.2022 року № 476.

У робочій зоні виробничих приміщень вміст шкідливих речовин не повинен перевищувати граничнодопустимих концентрацій, встановлених вимогами ГОСТ 12.1.005-88 «Система стандартів безпеки труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны» (діючий).

3.2.1 Освітлення

Використовується комбіноване освітлення: загальне та місцеве. Воно повинно забезпечувати освітленість у робочій зоні 300- 400 лк відповідно ДБН В.2.5-28:2018 « Природне і штучне освітлення. Джерела світла: загального – люмінесцентні лампи, місцевого – лампи денного світла.

3.2.2 Вимоги до організації робочого місця працівника

Первинною ланкою організації виробничого процесу є робоче місце. Робочим місцем називається частина виробничої площі, відведеної (закріпленої) одному або групі робітників, призначеної для виконання певної роботи, оснащеної необхідним обладнанням, інструментами, пристосуваннями та іншими матеріально – технічними засобами.

Конкретні прийоми роботи з паяльником залежать як від його конструкції, так і від типу виконуваних ним робіт, а також від вигляду спаюваних деталей і застосованих паяльних матеріалів. Найпоширенішим сучасним типом паяльників є звичайний електричний паяльник.

Приєднання електричних інструментів до мережі повинно виконуватись через спеціальні штепсельні розетки із заземлюючим контактом, які забезпечують спочатку включення захисного заземлення. Приєднання електричних інструментів до контактів рубильника або оголеним кінців дроту не допускається.

При перерві в подачі струму, під час перерви в роботі електричні інструменти повинні бути відключені від електромережі.

					<i>КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		56

Перед початком роботи потрібно упорядкувати робочий одяг, застібнути обшлага рукавів, заправити одяг так, щоб не було кінців, що розвиваються. Уважно оглянути робоче місце, забрати всі предмети, що заважають роботі. Переконайтеся в тому, що робоче місце достатньо освітлене і світло не буде сліпити очі.

Паяльник, робочий інструмент та деталі розташувати в зручному і безпечному для користування порядку. Потрібно переконайтеся в тому, що паяльник та робочий інструмент, пристосування й засоби індивідуального захисту справні і відповідають вимогам охорони праці.



Рисунок 3.1. Паяльний набір

Паяльні роботи виконувати електричним паяльником на напругу 220 В. При паяльних роботах прилад, що ремонтується, повинен бути від'єднаний від електромережі (вийнята вилка з розетки). Все обладнання на відстані дотику повинне бути відключене від електромережі. Вимоги безпеки під час роботи:

- Під час проведення паяльних робіт в кімнаті не повинні бути сторонні особи;
- Робоче місце повинне бути звільнене від інших деталей та матеріалів;
- Підставка під паяльник повинна бути промислового виробництва та зроблена з негорючого матеріалу;
- Пайку проводити не довше 5 хв., після чого відкрити вікно та вийти з кімнати до повного провітрювання.

Правила безпеки праці при паянні:

- Забороняється користуватися несправними інструментами і пристосуваннями;
- Забороняється торкатися до нагрітих частин інструменту паяння;
- Не можна нахилитися близько до місця паяння;
- Роботу слід виконувати під витяжним ковпаком;
- Для утримування спаюється вироби необхідно використовувати плоскогубці або ковальські щипці;
- Слід ретельно мити руки з милом після закінчення робіт.

3.3 Пожежна безпека

Пожежі на промислових підприємствах виникають здебільшого від несправності технологічного обладнання, електроустановок, контрольно-вимірювальних приладів, необережного поводження з вогнем обслуговуючого персоналу та порушення правил пожежної безпеки під час проведення вогневих робіт.

Пожежі на промислових підприємствах виникають здебільшого від несправності технологічного обладнання, електроустановок, контрольно-вимірювальних приладів, необережного поводження з вогнем обслуговуючого персоналу та порушення правил пожежної безпеки під час проведення вогневих робіт.

Заходи щодо пожежної безпеки підрозділяють на дві основні групи: попередження пожеж і ліквідація вже виниклих пожеж. Пожежна профілактика – це комплекс заходів, спрямованих на попередження пожежі, створення умов, сприяючих швидкій ліквідації пожежі.

Протипожежний захист приміщення забезпечується застосуванням автоматичної установки пожежної сигналізації, наявністю засобів пожежогасіння, застосуванням основних будівельних конструкцій будинку з регламентованими межами вогнестійкості, організацією своєчасної евакуації людей.

Для ліквідації пожеж використовують первинні засоби пожежогасіння, які призначені для гасіння пожеж у початковій стадії їх розвитку. Вони є у всіх виробничих приміщеннях, цехах.

					<i>КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		58

До засобів гасіння пожежі відносяться внутрішні пожежні водопроводи (крани – ПК), вогнегасники (вуглекислотні та порошкові), сухий пісок тощо.

В будівлях пожежні крани встановлюють в коридорах, на майданчиках сходових кліток. Кожний пожежний кран укомплектований пожежним рукавом і розміщений у відповідних ящиках, які знаходяться на висоті 1,35 м від полу.

Для гасіння пожеж на початкових стадіях широко застосовуються вогнегасники. У виробничих приміщеннях це головним чином вуглекислотні вогнегасники, достоїнством яких є висока ефективність гасіння пожежі, збереження електричного устаткування. Розташовують вогнегасники на видних місцях, на висоті не більше як 1,5 м від полу.

Будівлі укомплектовані пожежними щитами з набором інструментів, біля щитів - бочки з водою, ящики з піском.

Виробничі приміщення мають запасні виходи. Двері повинні мати освітлений надпис «Запасний вихід». План евакуації вивішується на видному місці у основного виходу із приміщення.

Допуск до роботи осіб, що не пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці забороняється.

Всі працівники, яких приймають на роботу, проходять на підприємстві інструктажі, які за формою та часом проведення бувають вступним, первинним, повторним, позаплановим, цільовим. їх проводять спеціалісти служби охорони праці, керівники робіт та структурних підрозділів.

Дотримуючись всіх правил техніки безпеки, вживаючи своєчасно заходи пожежної безпеки можна досягти зменшення частоти травматичних випадків і збільшення випуску продукції високої якості, що є головною метою підприємства.

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті була розроблена система рідинного охолодження для desktop-комп'ютера та контролер. Пристрій дозволяє підвищити ефективність тепловідведення та призначений для розміщення всередині системного блока desktop-комп'ютера. Система складається з термодатчика, автоматичного регулятора обертання швидкості вентилятора та власне кулера водяного охолодження, який містить ватерблок, помпу, вентилятор, радіатор.

Ефективність розробленої системи може бути вищою, ніж в існуючих кулерів, які мають завеликі габарити, не завжди задовільно справляються з відведенням тепла та створюють помітний шум під час своєї роботи. Розроблений кулер рідинного охолодження за рахунок специфіки своєї конструкції має компактнішу форму, а використання рідинного теплоносія забезпечує краще відведення тепла.

Розроблений у складі системи автоматичний регулятор обертання швидкості вентилятора дозволяє оптимізувати режими роботи desktop-комп'ютера, здійснює регулювання швидкості обертання вентиляторів програмним шляхом, що особливо важливо для вживання з материнськими платами без ШІМ-регулювання. Розроблений контролер дозволяє виконувати регулювання двох типів: пропорційне автоматичне з використанням значення температури, зафіксованої програмою SpeedFan, і ручне. У обох випадках регулювання бути 16-ступінчасте, за допомогою зміни напруги живлення вентилятора від 5...5,5 В до 11,7...11,8 В, що відповідає діапазону регулювання швидкості обертання приблизно від 40 до 100 %. Керування виконується через вільний порт desktop-комп'ютера. Передбачено керування трьома вентиляторами, причому для першого вентилятора реалізовано функцію захисту від його повної зупинки (виходу з ладу).

Практичне використання система рідинного охолодження показало її високу ефективність в плані зниження температури комп'ютерних компонентів та шуму, створюваного вентиляторами.

					<i>КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		60

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. М.Травніков, В.С.Лазебний, Г.Г.Власюк. Основи конструювання. Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Київ «Кафедра» 2015.
2. Новожилов, О.П. Электроника и схемотехника в 2 ч. часть 1: Учебник для акад. бакалавриата / О.П. Новожилов. – Люберцы: Юрайт, 2016. – 382 с.
3. Нефедов, А.В. Интегральные микросхемы и их зарубежные аналоги. Т. 3. Серии К175-К505: Справочник / А.В. Нефедов. - М.: РадиоСофт, 2008. – 576 с.
4. Авдеев, В.А. Периферийные устройства: интерфейсы, схемотехника, программирование / В.А. Авдеев. – М.: ДМК, 2016. – 848 с.
5. Аверченков, О.Е. Схемотехника: аппаратура и программы / О.Е. Аверченков. – М.: ДМК, 2014. – 588 с.
6. Валь, Г. Минишпионы. Схемотехника / Г. Валь. – СПб.: КОРОНА-Век, 2016. – 464 с.
7. Сорокин А. Регулятор частоты вращения вентилятора. – Радио, 2005, № 10, с. 26.
8. Мятлев С. Блок управления вентиляторами компьютера. – Радио, 2006, № 10, с. 34, 35.
9. Высочанский П. Пропорциональный регулятор для компьютерного вентилятора. – Радио, 2006, № 11, с 44.
10. Динц, К.М. P-CAD 2006. Схемотехника и проектирование печатных плат / К.М. Динц, А.А. Куприянов. – СПб.: Наука и техника, 2009. – 320 с.
11. Кравченко, В.Б. Электроника и схемотехника: Учебное пособие / В.Б. Кравченко. – М.: Академия, 2016. – 304 с.
12. Шустов, М.А Цифровая схемотехника. Практика применения / М.А Шустов. – СПб.: Наука и техника, 2018. – 432 с.
13. Майерс. Искусство тестирования программного обеспечения. М. Конкорд, 2016. - 384с.
14. IvTK. Cooler Master [Електронний ресурс] / IvTK. – 2013: <http://www.overclockers.ua/news/hardware/2013-10-04/112173/>

					<i>КГ 06. 23 000. 00 ДП ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата		61

ВСП “Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ”

Розробка системи рідинного охолодження для desktop-комп'ютера



Розробив: Сергєєв Валерій Віталійович

Система рідинного охолодження desktop-комп'ютера

2



Система рідинного охолодження Alseye H120
та Cooler Master MasterLiquid 120

3



Система рідинного охолодження MSI MAG Coreliquid 240R

4



Принцип роботи система рідинного охолодження

5

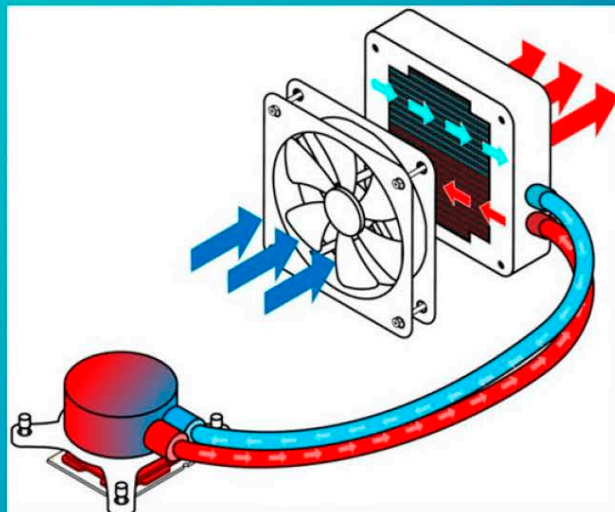
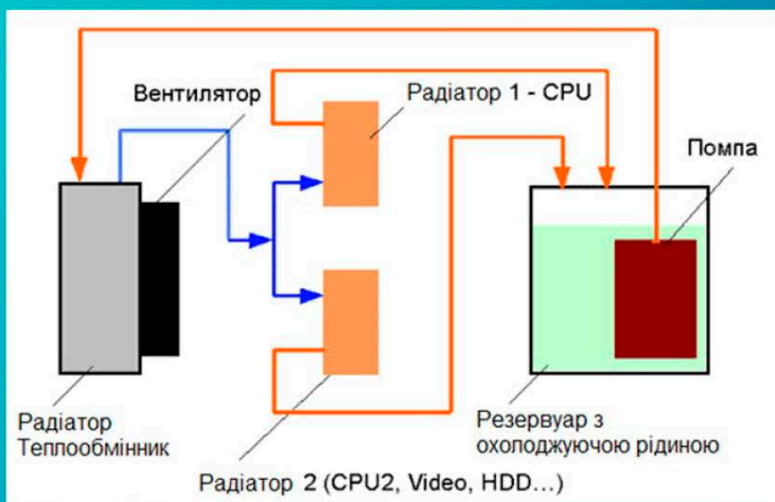


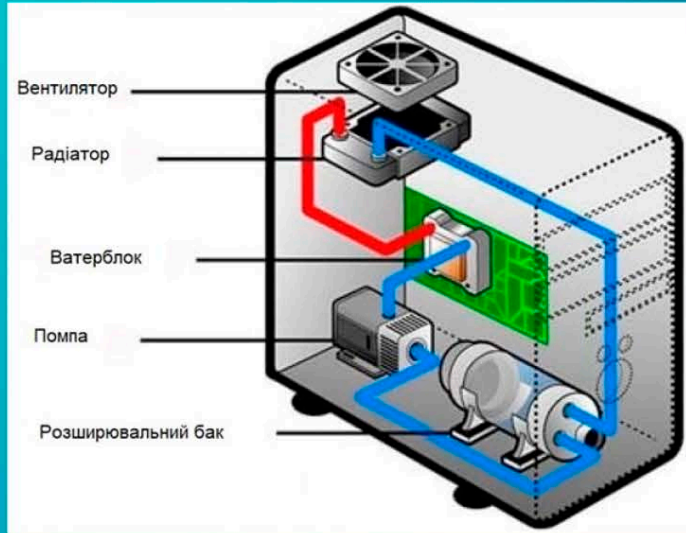
Схема рідинного охолодження

6



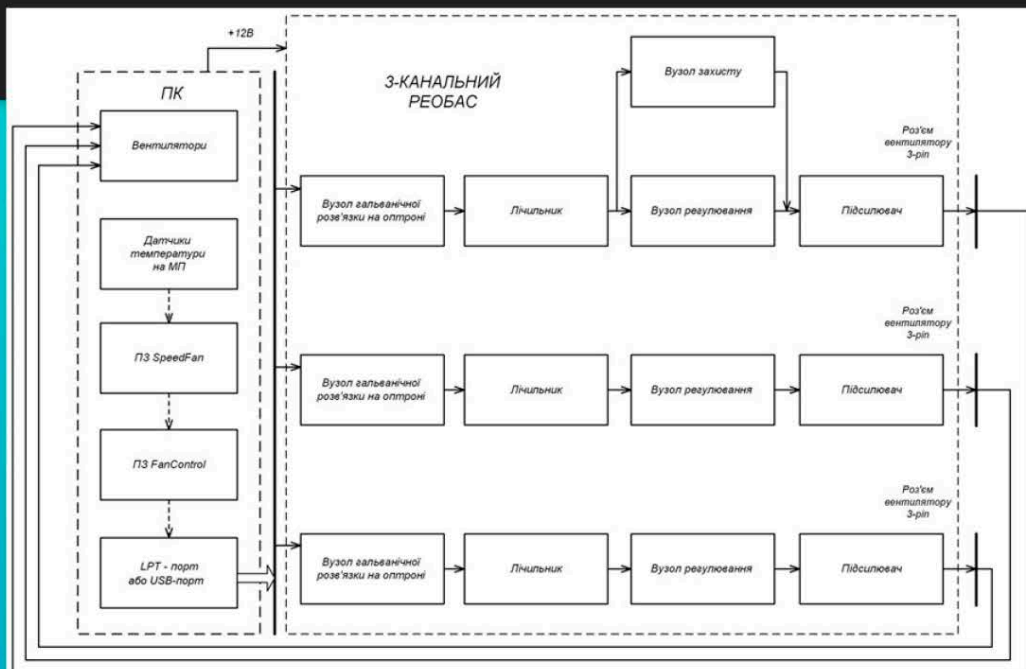
Конструкція системи рідинного охолодження desktop-комп'ютера

7



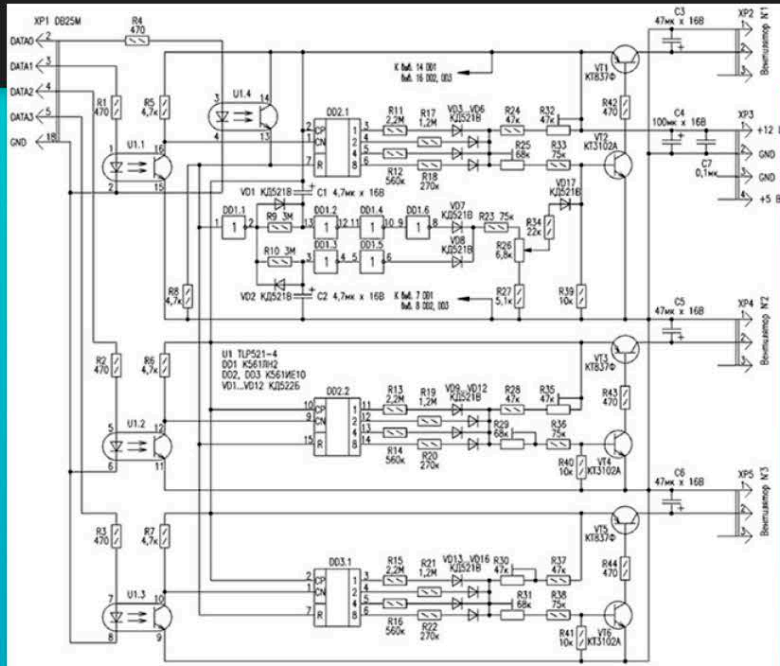
Структурна схема 3-канального автоматичного регулятора

8



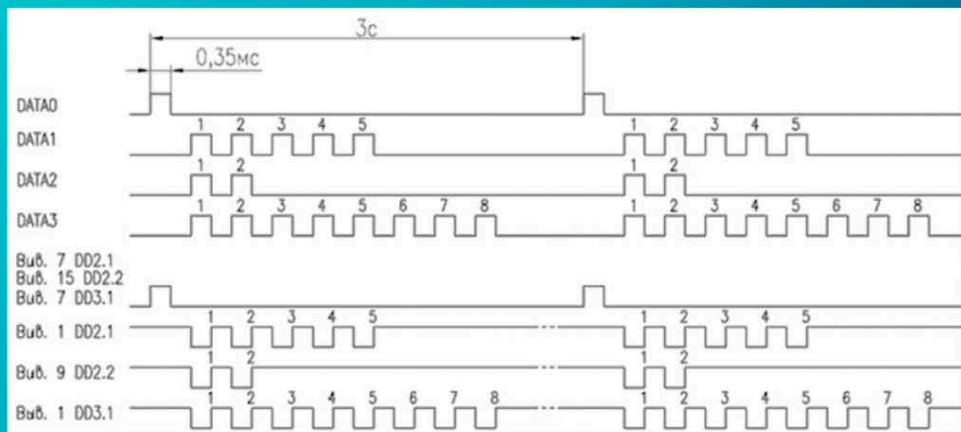
Принципова електрична схема автоматичного регулятора

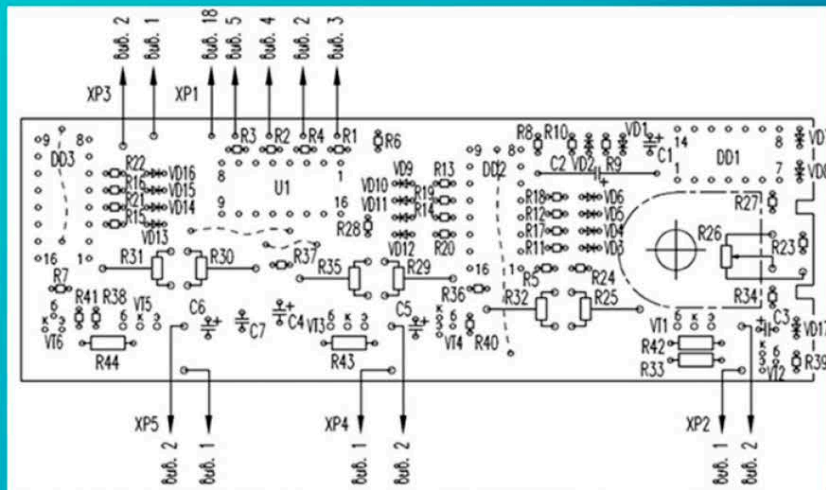
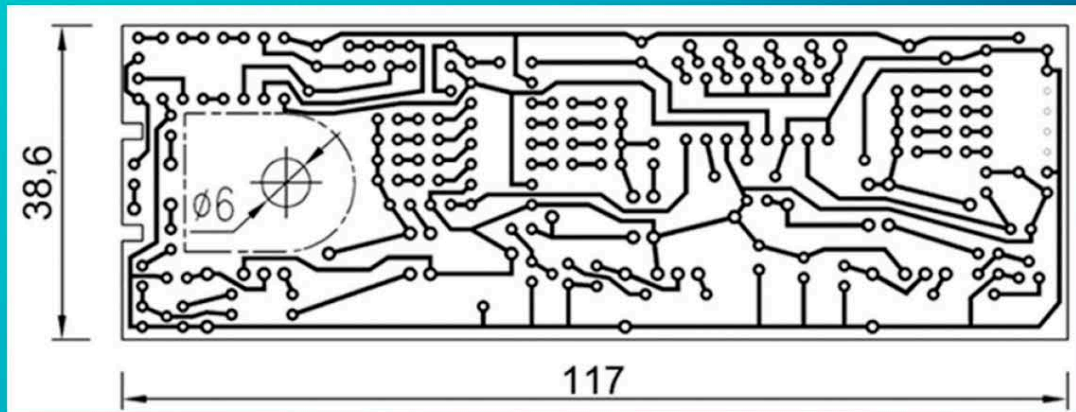
9



Діаграми керуючих імпульсів

10





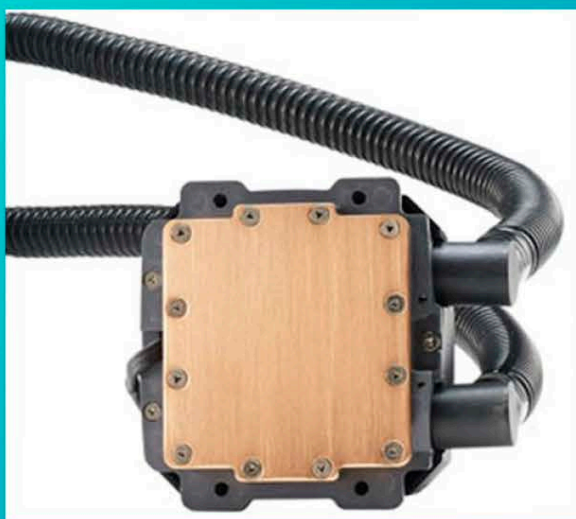
Зовнішній вигляд теплообмінника Magicool та вентилятора Noctua NF-P12 redux-1700

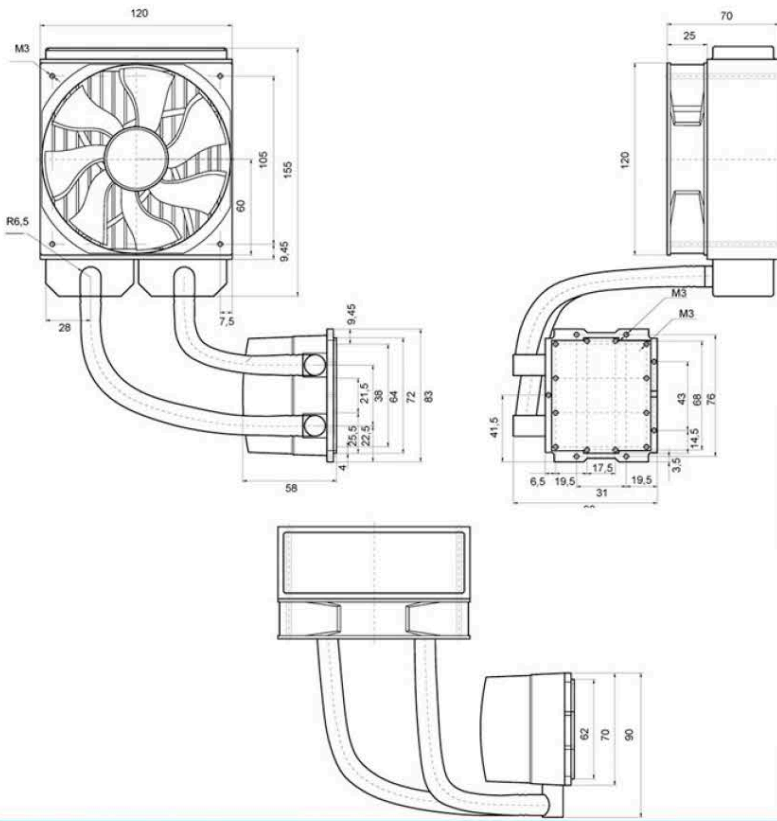
13



Зовнішній вигляд помпи Cooler Master Nepton та шлангів TFC Feser Tube 10 / 13mm-UV Silver

14



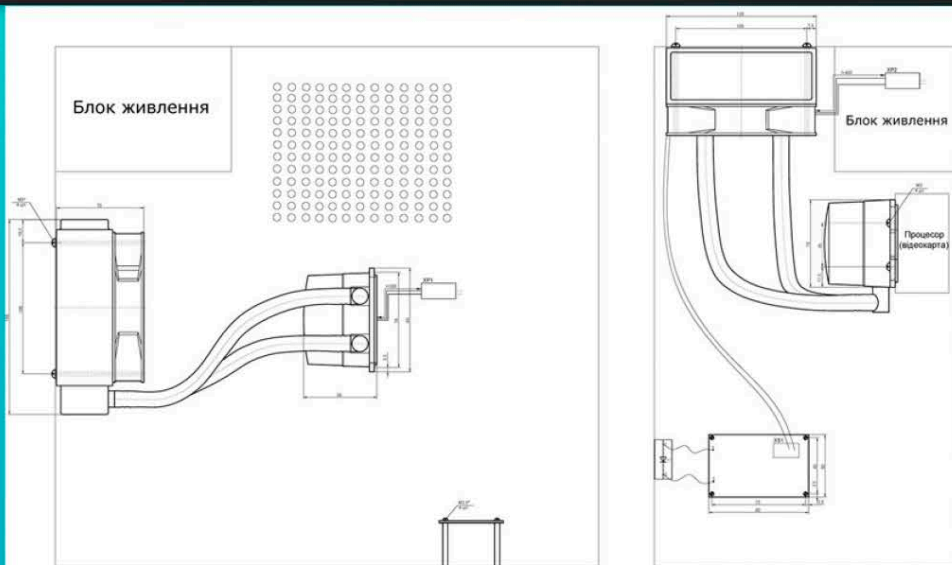


15

Складальний кресленик системи рідинного охолодження

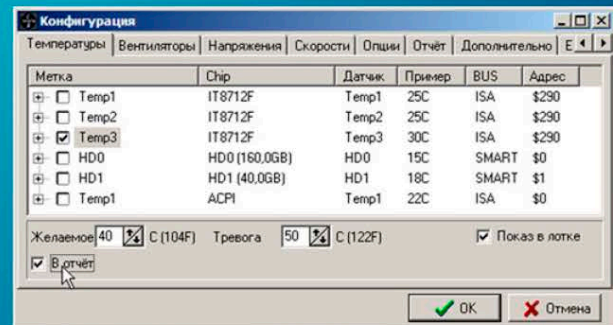
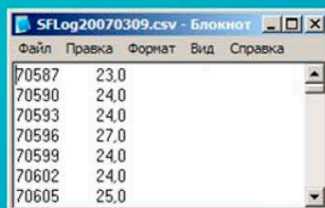
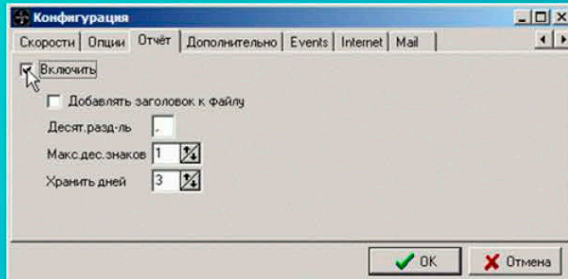
Габаритний кресленик системи рідинного охолодження

16



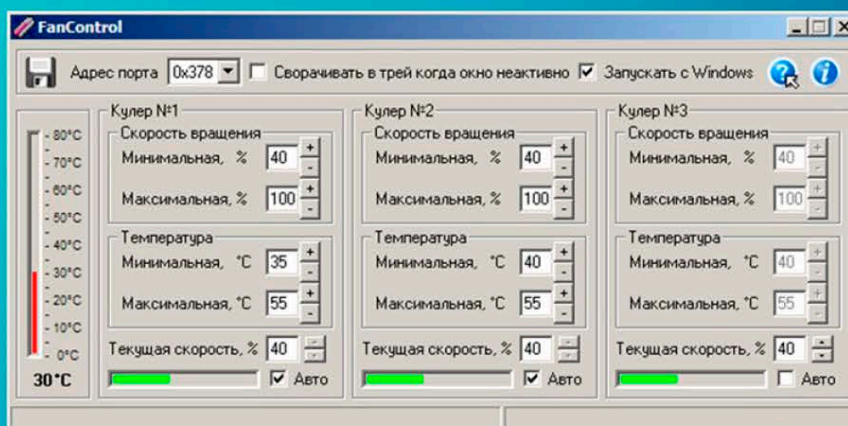
Конфігурація програми SpeedFan

17



Інтерфейс програми FanControl

18



РЕЦЕНЗІЯ

на дипломний проект (роботу) здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Сергеєва Валерія Віталійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність 123 "Комп'ютерна інженерія"

Освітня програма «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Керівник дипломного проекту (роботи) Кривченко Анастасія Анатоліївна

(прізвище, ім'я та по батькові)

Тема дипломного проекту (роботи) Розробка системи рідинного охолодження для
desktop-комп'ютера

Обсяг розрахунково-пояснювальної записки 70 сторінок

Обсяг графічної (презентаційної) частини 18 аркушів (слайдів)

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ (РОБОТИ)

а) заключення про ступінь відповідності виконаного дипломного проекту (роботи) завданню Представлений на рецензію дипломний проект повністю відповідає меті проектування та технічному завданню. Тематика дипломного проекту є актуальною та присвячена розробки системи рідинного охолодження для desktop-комп'ютера з метою підвищення ефективності його довготривалої роботи та зменшення нагріву.

б) характеристика виконання кожного розділу дипломного проекту (роботи) Дипломний проект складається зі вступу, трьох розділів, висновків, переліку використаних джерел. У технологічному розділі виконано огляд і аналіз принципів роботи систем рідинного охолодження, вентиляторів для системи охолодження, розробка схеми автоматичного регулятора обертання швидкості кулера, вибір комплектуючих системи рідинного охолодження, налаштування програмного забезпечення пристрою.

в) оцінка якості виконання пояснювальної записки та графічної частини дипломного проекту (роботи) Графічна частина виконана на достатньо високому рівні у вигляді презентації із використанням офісного пакету Microsoft PowerPoint та Visio. Пояснювальна записка виконана акуратно та у відповідності до норм оформлення документів із використанням офісного пакету Microsoft Word. Загальна якість виконання документації – добра, академічного плагіату у роботі не виявлено

г) перелік позитивних якостей дипломного проекту (роботи) _____

Ефективність розробленої системи може бути вищою, ніж в існуючих кулерів, які мають завеликі габарити, не завжди задовільно справляються з відведенням тепла та створюють помітний шум під час своєї роботи. Розроблений кулер рідинного охолодження за рахунок специфіки своєї конструкції має компактнішу форму, а використання рідинного теплоносія забезпечує краще відведення тепла.

д) основні недоліки дипломного проекту (роботи) _____
Серед недоліків роботи варто вказати, відсутність посилань на перелік використаних джерел та відсутність можливості керування більш ніж трьома вентиляторами.

Оцінка розрахункової частини _____	відмінно
Оцінка графічної частини _____	відмінно
Загальна оцінка _____	відмінно

Прізвище, ім'я, по батькові рецензента Стайкуца Сергій Володимирович

Місце роботи і посада рецензента _____
“Державний університет інтелектуальних технологій і зв’язку”,
доцент кафедри кібербезпеки та технічного захисту інформації,
помічник декана факультету інформаційних технологій та кібербезпеки

Підпис: _____

« 16 » 06 2023 р.

ПІДПИС ПОСВІАЧУЮ
НАЧАЛЬНИК ВІДДІЛУ
КАДРІВ ДУІТЗ



ВІДГУК

керівника на дипломний проект здобувача (здобувачки) освіти
відділення комп'ютерних систем

Сергеева Валерія Віталійовича

(прізвище, ім'я та по батькові)

Спеціальність: 123 "Комп'ютерна інженерія"

Освітня програма: «Комп'ютерна графіка і Web-дизайн»

Тема дипломного проекту: Розробка системи рідинного охолодження для
desktop-комп'ютера

ХАРАКТЕРИСТИКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ

а) обсяг і якість виконання проекту (графічного матеріалу і розрахунково-пояснювальної записки) Дипломний проект виконано відповідно технічному завданню. Пояснювальна записка містить 70 сторінок. У пояснювальній записці наведено етапи розробки системи рідинного охолодження для desktop-комп'ютера. Графічна частина складається з 18 слайдів мультимедійної презентації, передбачених технічним завданням. Якість виконання пояснювальної записки та графічної частини добра, розробку виконано в повному обсязі.

б) самостійність роботи над проектом: Протягом всього строку дипломного проектування та переддипломної практики здобувач освіти Сергеев В.В. поступово та послідовно виконував всі етапи розробки. Всі роботи студент виконував самостійно, з оглядом на рекомендації керівника

в) теоретична підготовка випускника (випускниці): Здобувач освіти Сергеев В.В. під час роботи над дипломним проектом вивчив достатню кількість літературних джерел та матеріалів за даною тематикою. Вважаю, що теоретична підготовка дипломника достатня і він готовий до захисту дипломного проекту

г) вміння розв'язувати виробничі та конструкторські питання
Під час дипломного проектування здобувач освіти Сергеев В.В. мав змогу
самостійно приймати окремі рішення з реалізації схеми пристрою та
показав вміння організовано працювати над поставленим завданням,
використовуючи сучасні програмні засоби розробки, зокрема NI Multisim,
P-CAD, Auto-CAD

Оцінка розрахункової частини	Відмінно
Оцінка графічної частини	Відмінно
Загальна оцінка	Відмінно

Прізвище, ім'я, по батькові керівника дипломного проекту
Кривченко Анастасія Анатоліївна

Місце роботи і посада керівника дипломного проекту
ВСП "Одеський технічний фаховий коледж ОНТУ", викладач
специалізація комісії комп'ютерних технологій та програмної інженерії,
голова обл. метод. комісії викладачів комп'ютерної інженерії

Підпис 

« 12 » 06 2023 р.

Ім'я користувача:
Наталія Вікторівна Копусь

ID перевірки:
1015285831

Дата перевірки:
27.05.2023 15:40:32 EEST

Тип перевірки:
Doc vs Internet + Library

Дата звіту:
27.05.2023 15:41:57 EEST

ID користувача:
100011688

Назва документа: Сергєєв В.В._4КГ-06

Кількість сторінок: 55 Кількість слів: 10085 Кількість символів: 75670 Розмір файлу: 2.70 MB ID файлу: 1014958327

Виявлено модифікації тексту (можуть впливати на відсоток схожості)

7.08%

Схожість

Найбільша схожість: 2.96% з Інтернет-джерелом (https://kivra.kpi.ua/wp-content/uploads/file/work/2016/Sakir/Sakir_P...)

7.08% Джерела з Інтернету

318

Сторінка 57

Не знайдено джерел з Бібліотеки

0% Цитат

Вилучення цитат вимкнене

Вилучення списку бібліографічних посилань вимкнене

0%

Вилучень

Немає вилучених джерел

Модифікації

Виявлено модифікації тексту. Детальна інформація доступна в онлайн-звіті.

Замінені символи

36

Підозріле форматування

9
сторінок

**ДОЗВІЛ
НА РОЗМІЩЕННЯ
ВИПУСКНОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
В ЕЛЕКТРОННОМУ РЕПОЗИТАРІЇ ВСП «ОТФК ОНТУ»**

Ми, що нижче підписалися,

Сергєєв Валерій Віталійович,
здобувач освіти гр. 4КГ-06, та

Кривченко Анастасія Анатоліївна,
керівник дипломного проекту,

не заперечуємо щодо розміщення електронного варіанту пояснювальної записки до випускної кваліфікаційної роботи молодшого спеціаліста на тему:

**«Розробка системи рідинного охолодження для desktop-комп'ютера»
(автор роботи – Сергєєв В.В., керівник роботи – Кривченко А.А.)**

виконаного у ВСП «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету» в 2023 році, у повному обсязі в електронному репозитарії ВСП «ОТФК ОНТУ» для вільного доступу через мережу Інтернет.

Несемо відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів випускної кваліфікаційної роботи, і даємо згоду на обробку персональних даних.

Виконавець



/ Сергєєв В.В. /

Керівник



/ Кривченко А.А. /

« 12 » червня 2023 р.