

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

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

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

НА ТЕМУ:

_____ Засоби і технології автоматизації роботи системи вібраційного аналізу

Освітньо-кваліфікаційний рівень “Магістр”
Спеціальність 123 – “Комп’ютерна інженерія” (Освітня програма “Комп’ютерні системи і мережі”)

Науковий керівник роботи:

_____ (підпис)

Білобородова Т.О.

_____ (ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

_____ (підпис)

Критська Я.О.

_____ (ініціали, прізвище)

Студент:

_____ (підпис)

Рикова Г.М.

_____ (ініціали, прізвище)

Група:

КІ-17зм

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Факультет Інформаційних технологій та електроніки
Кафедра Комп'ютерних наук та інженерії
Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр
Напрямок підготовки _____
(шифр і назва)
Спеціальність 123 – “Комп’ютерна інженерія”
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри _____
I.C. Скарга-Бандурова
« _____ » _____ 20 ____ р.

**З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

Риковій Ганні Миколаївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Засоби і технології автоматизації роботи системи
вібраційного аналізу

керівник проекту (роботи) к.т.н. Білобородова Тетяна Олександрівна
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від " ____ " _____ 2018 р. № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз системи вібраційного аналізу динамічних пристроїв

2. Дослідження засобів і методів аналізу результатів вимірів

3. Розробка модуля обробки діагностичної інформації

4. Охорона праці в галузі

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
електронні плакати

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	ст. викл. Критська Я.О.		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд системи вібраційного аналізу динамічних пристроїв. Визначення вимог до роботи.	05.09.18-19.09.18	
2	Огляд основних технологій оцінки технічного стану і прогнозування залишкового ресурсу	20.09.18-04.10.18	
3	Опис математичних моделей, використовуваних для діагностування та прогнозування залишкового ресурсу	05.10.18-19.10.18	
4	Дослідження засобів і методів аналізу результатів за проведеними вимірами	20.10.18-03.11.18	
5	Розробка модуля для обробки діагностичної інформації	04.11.18-18.11.18	
6	Розробка заходів з охорони праці.	19.11.18-03.12.18	
7	Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу.	04.12.18-18.12.18	
8	Підготовка та подання магістерської роботи до захисту.	19.12.18-14.01.19	

Студент

_____ (підпис)

Рикова Г.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Науковий керівник

_____ (підпис)

Білобородова Т.О.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Рикова Г.М. Засоби і технології автоматизації роботи системи вібраційного аналізу.

Розглянута структура системи вібраційного аналізу динамічних установок. Досліджені та проаналізовані методи, технічні засоби виміру вібрації динамічних установок. Встановлено, що проблемою зносу і виходу з ладу обладнання є вібрація підшипникових вузлів. Основним напрямком роботи по відмовостійкості, надійності і економічному обґрунтуванні непередбачених ремонтів, є реалізація завдань діагностики на стадії експлуатації обладнання. Обумовлена необхідність проведення аналізу вібрації динамічного обладнання, що дозволить визначити технічний стан і залишковий ресурс роботи. Розроблено структурну, функціональну і принципову схеми мікропроцесорної системи. Розроблено базу даних для зберігання результатів виміру вібрації, з висновком звіту необхідного виміру на друк.

Ключові слова: вібраційний аналіз, база даних, автоматизація системи вібраційного аналізу, динамічна установка, відмовостійкість, надійність.

АННОТАЦИЯ

Рыкова А.Н. Средства и технологии автоматизации работы системы вибрационного анализа.

Рассмотрена структура системы вибрационного анализа динамических установок. Исследованы и проанализированы методы, технические средства измерения вибрации динамических установок. Установлено, что проблемой износа и выхода из строя оборудования является вибрация подшипниковых узлов. Основным направлением работы по отказоустойчивости, надежности и экономическом обосновании непредвиденных ремонтов, является реализация задач диагностики на стадии эксплуатации оборудования. Обусловлена необходимость проведения анализа вибрации динамического оборудования, что позволит определить техническое состояние и остаточный ресурс работы. Разработана структурная, функциональная и принципиальная схемы микропроцессорной системы. Разработана база данных для хранения результатов измерения вибрации, с выводом отчета необходимого измерения на печать.

Ключевые слова: вибрационный анализ, база данных, автоматизация системы вибрационного анализа, динамическая установка, отказоустойчивость, надежность.

ABSTRACT

Rykova H. The means and tools for computer-aided system of vibration analysis.

The structure of the system of vibration analysis of dynamic installations is considered. Researched and analyzed methods, technical means of measuring vibrations of dynamic installations.

It is established that the problem of wear and failure of equipment is the vibration of bearing assemblies. The main focus of work on fault tolerance, reliability and economic justification for unforeseen repairs is the implementation of diagnostic tasks at the equipment operation stage. Due to the need to analyze the vibration of dynamic equipment, which will determine the technical condition and residual life. Developed structural, functional and schematic diagrams of the microprocessor system. A database has been developed for storing the results of vibration measurements, with a report output of the required measurement for printing.

Keywords: vibration analysis, database, automation of vibration analysis, dynamic system, fault tolerance, reliability.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. Аналіз системи вібраційного аналізу динамічних установок	11
1.1. Огляд системи вібраційного діагностування динамічних установок	11
1.2. Аналіз автоматизації діагностування динамічних установок	14
1.3. Методи оцінки технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу роботи	15
1.4. Математичні моделі використовуються для діагностування і прогнозування залишкового ресурсу	16
1.5. Висновки за результатами аналізу та постановка завдань дослідження	19
2. Дослідження приладів і методів аналізу результатів при вимірі	20
2.1. Періодичність обстеження підшипникових вузлів	21
2.2. Проведення і рівні періодичного моніторингу	22
2.3. Технічні засоби аналізу вібрації	22
2.4. Мобільна вимірювальна система вібродіагностики	23
3. Розробка модуля обробки діагностичної інформації і синтез структури автоматизованої системи діагностування пошкоджень	30
3.1. Розробка проектованої бази даних	30
3.2. Розробка мікропроцесорної системи	35
4. Охорона праці	57
4.1. Вимоги до робочого місця програміста	58
4.2. Пожежна безпека при роботі на персональному комп'ютері	63
Висновок	70
Список літератури	71

ВСТУП

Актуальність теми. Однією з найбільш гострих проблем промислових підприємств України є технічний знос устаткування, в зв'язку з чим, технічна діагностика та продовження терміну безпечної експлуатації об'єктів, є актуальним завданням. Працездатність будь-якого обладнання багато в чому забезпечується його правильною експлуатацією та своєчасним якісним ремонтом. У хімічній промисловості сукупність організаційно-технічних заходів, спрямованих на запобігання аваріям та підтримування обладнання у стані постійної експлуатаційної готовності являє собою єдину систему планово-попереджувального ремонту. Планування ремонту обладнання хімічного підприємства в основному полягає в розробці єдиного річного плану ремонту обладнання за всіма виробничими цехами підприємства, згідно з планом виробництва, а також планами роботи допоміжних підрозділів, що забезпечують виконання ремонтних операцій. План проведення ремонту обладнання розробляється на основі затверджених норм часу безперервної роботи обладнання між ремонтами, а також норм простою обладнання між ремонтами.

У плані забезпечення безпеки обладнання виділяють наступні напрямки:

- розосередження (ліквідація) потенційно небезпечних виробництв або підприємства в цілому;
- повна заміна морально застарілих процесів і технологій, а також фізично зношеного обладнання та трубопровідних систем;
- подальша експлуатація потенційно небезпечних об'єктів хімічного і нафтогазового комплексу із забезпеченням промислової та екологічної безпеки.

На сьогоднішній день підприємства хімічної промисловості керуються нормами, встановленими «Система технічного обслуговування та ремонту технологічного й теплоенергетичного устаткування хімічних підприємств Міністерства промислової політики України» [59]. При цьому в процесі розробки графіка планово-попереджувальних ремонтів не враховується вік і стан обладнання, тобто кількість ремонтів в рік для однотипного устаткування, не залежно від ступеня його зносу, планується однаково. В результаті підприємства мають значні непередбачені витрати, зумовлені проведенням незапланованих ремонтів.

Наприклад, зростання попиту на ринках аміаку і мінеральних добрив стимулює їх виробників до збільшення виробництва і реалізації цієї продукції. При цьому підвищення рівня завантаження фізично зношеного обладнання супроводжується збільшенням міжремонтного циклу, витрати матеріально-енергетичних ресурсів, обумовлені незапланованими зупинками на

ремонт обладнання, на ПрАТ «Сєвєродонецьке об'єднання Азот» в 2014 р склали 23,141 млн. Грн. Фахівці ще в період формування системи планово-профілактичних ремонтів наголошують на необхідності зміни тривалості міжремонтного циклу в залежності від терміну та якості експлуатації устаткування кількості проведених ремонтів і технічного стану устаткування. Крім того, слід врахувати, що більшість вітчизняних технологічних об'єктів працює за межами проектного ресурсу.

Використовуючи різні технології, на підприємствах щомісяця проводиться велика кількість замірів вібрації динамічного обладнання, за якими збираються дані про віброприскорення, віброшвидкості, вібропереміщень і амплітуді вібрації. Разом з тим, варто зазначити, що, незважаючи на те, що дані роботи проводяться згідно регламентному порядку і охоплюють різні види динамічного обладнання, навіть на великих підприємствах хімічної та нафтохімічної галузей часто відсутня програмне забезпечення, яке виробляє облік і аналіз величезного масиву даних замірів.

Отже, накопичена і постійно надходить інформація про стан устаткування, що експлуатується в повній мірі не використовується. Для систематизації інформації про технічний стан обладнання і забезпечення підтримки прийняття рішень про можливість його подальшої експлуатації, доцільно впровадження інформаційних систем, що включають єдину базу даних замірів, засоби технічної діагностики та методи статистичної обробки результатів вимірювань.

Робота механізмів, машин, агрегатів супроводжується вібрацією, яка призводить до зменшення експлуатаційної надійності і терміну служби. Тому необхідні спеціальні заходи, спрямовані на зниження рівня вібрації. До недавнього часу дотримувалися графіків планово-попереджувальних робіт, при яких, в залежності від часу напрацювання обладнання проводились заплановані види обслуговування. Цей метод далеко не оптимальний і супроводжується заміною деталей і вузлів, навіть якщо вони ще зберегли працездатність.

В результаті переходу на обслуговування і ремонт по фактичному стану вдається виключити зайві роботи при обслуговуванні, необґрунтовані заміни при ремонті і, як наслідок, на 30-50% скоротити часові і матеріальні витрати.

Для роторних машин задачу переходу на обслуговування і ремонт машин по фактичному стану вдається вирішити засобами і методами контролю за рівнями і спектрами вібрації, що знімається на працюючому обладнанні. Контроль вузлів машин проводиться на робочих місцях, без демонтажу вузлів. За результатами кількох вимірів прогнозується стан вузлів на термін до шести місяців.

Істотний внесок в розробку інформаційних технологій для об'єднання даних для моніторингу надали: Артоболевский І.І., Блехман І.І., Бойцов В.В., Генкін М.Д., Лур'є А.І., Сєдов Л.І., Челомей В.Н. і багато інших вчених. Розробкою обладнання та програмного

забезпечення для віброаналіза займаються такі центри як: ІТЦ «Вібродіагностика», ТОВ «Діамех 2000», ЗАТ «Промсервіс» та інші.

Незважаючи на безліч досліджень і проведених робіт в даній області, розробники так і не прийшли до єдиної методу або універсального пристрою вимірювання вібрації. Тому в даний момент завдання розробки нового обладнання та методів дослідження є актуальним для всіх підприємств.

У зв'язку із зазначеною актуальністю, дана магістерська робота присвячена питанням автоматизації оцінки технічного стану та визначення залишкового ресурсу (терміну служби) обладнання, які тривалий час експлуатуються на технологічних об'єктах.

Для цього пропонується розробити та впровадити на підприємстві, для групи вібродіагностів, єдину базу даних включає в себе все динамічне обладнання підприємства на якому відбуваються як планові, так і поодинокі виміри вібрації. Для цього пропонується використання безкоштовного програмного забезпечення на базі OpenOffice або аналогічне йому ПО.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Магістерська робота виконана відповідно координаційним планом науково-дослідних робіт кафедри комп'ютерних наук та інженерії в рамках наукового напрямку «Засоби підтримки прийняття рішень в критичних системах» (реєстраційний № 0111U001749). Автор брав участь у виконанні зазначених робіт як виконавець.

Мета і завдання дослідження. Метою магістерської атестаційної роботи є дослідження системи вібраційного аналізу динамічних установок і розробка базових схем мікропроцесорної системи віброметра-реєстратора. Система повинна забезпечувати виміри пакетів миттєвих значень віброприскорення, а також показання середнього квадратичного значення віброшвидкості в реальному часі.

Для досягнення поставленої мети, в магістерської атестаційної роботи сформульовані і вирішені наступні завдання:

- 1) аналіз структури системи вібраційного аналізу динамічних установок;
- 2) дослідження та аналіз методів і технічних засобів виміру вібрації динамічних установок;
- 3) розробка структурної, принципової і функціональної схеми мікропроцесорної системи віброметра-реєстратора;
- 4) розробка модуля обробки діагностичної інформації, що забезпечує:
 - зберігання даних про результати замірів вібрації компресорних установок по всьому підприємству;
 - формування звітів.

Об'єктом дослідження магістерської роботи є параметри вібрації підшипників динамічного обладнання.

Предметом дослідження є методи вібродіагностики використовуються на підприємстві і мобільна вимірювальна система віброаналіза.

Методи вирішення поставлених завдань базуються на промислових дослідженнях, методикою прогнозування залишкового ресурсу роботи агрегату за результатами виміру вібрації, методах технічної діагностики, зокрема функціональної діагностики і вібраційного контролю, а також методи проведення та аналізу результатів діагностування.

Практичне значення отриманих результатів:

- розроблений пристрій може застосовуватися для оцінки технічного стану відцентрових насосних агрегатів типу ЦНС і колісно-моторних блоків електропоїздів;
- база даних може застосовуватися на будь-якому підприємстві в якості заміни рукописних журналів з результатами виміру вібрації.

1 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ВІБРАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ДИНАМІЧНИХ УСТАНОВОК

1.1 Огляд системи вібраційної діагностики динамічних установок

Об'єктом діагностики є технологічне обладнання динамічних установок, яке включає в себе: компресор, насос, повітря-газодувки, промислові вентилятори і т.п.

Динамічна установка являє собою як мінімум два корпусних агрегату: електродвигун і безпосередньо виконавчого органу, який складається з: ротора, підшипникових опор, ущільнень, з'єднувального елемента, корпусних деталей і різьбових з'єднань (рис.1.1). Для запобігання та попередження передчасного виходу з ладу динамічного обладнання проводять плановий (позаплановий) замір вібрації. Замір виробляють на підшипникових опорах агрегату тому саме підшипник покаже присутність дефекту і наскільки сильно він розвинений.

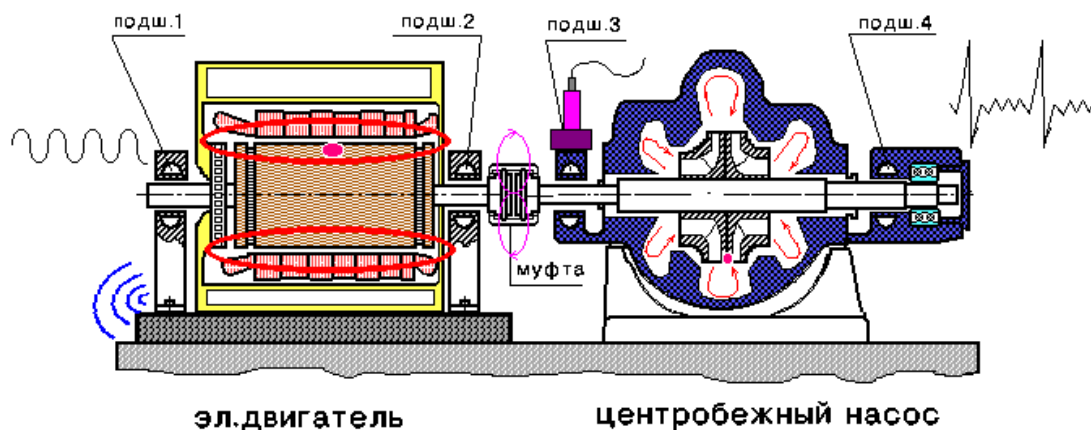


Рисунок 1.1 - Схема компресорної установки

Згідно [7] системою технічного діагностування (контролю технічного стану) називають сукупність засобів, об'єкта і виконавців, необхідних для проведення діагностування (контролю) за правилами, встановленими в технічній документації.

Система вібраційного аналізу динамічних установок включає наступні компоненти (засоби) (рис.1.2):

- автоматизовану систему контролю, що включає статичний датчик вібрації встановлений безпосередньо на бугелі підшипника;
- прилади загального призначення - віброметр (1 шт);
- зовнішні апаратні засоби - датчик або вимірювальний перетворювач,

- зовнішні програмні засоби - Діамант, Діамант 2 відповідні для приладів віброметрів «Кварц» і «Топаз» випускаються фірмою Діамех або аналоги.
- людина-оператор.

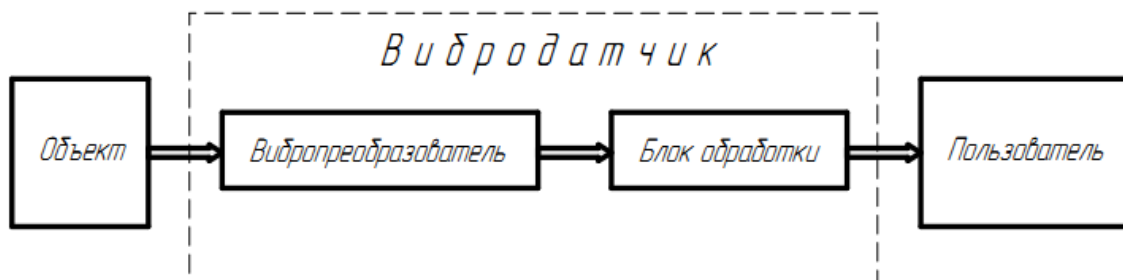


Рисунок 1.2 – Структурная схема системи вібраційного аналізу динамічних установок

Як засіб діагностування для проведення замірів необхідна присутність як мінімум двох осіб, здатних провести замір.

На систему технічного діагностування покладається рішення наступних завдань:

- перевірка справності (працездатності) компресорної установки, як в сукупності об'єктів, так і окремих елементів, а саме: підшипників 1-4 (рис.1.1);
- виявлення і пошук несправного елемента із заданою глибиною;
- прогнозування технічного стану;
- інформування оператора про виникнення технічних несправностей, що впливають на безпеку використання і ефективність застосування;
- накопичення і узагальнення статистичних даних в інтересах подальшого контролю експлуатації і ремонту.

Діагностичні параметри можна розділити на два типи:

- 1) Вхідні: частота і швидкість обертання, що додаються момент і сила, потужність;
- 2) Вихідні: вібрація, шум, температура, рівномірність обертання.

Функціональна діагностика динамічних установок включає в себе роботи по реєстрації:

- параметрів технічного стану механічного обладнання, а саме: швидкість обертання, температура, тиск.
- замір вібрації в процесі експлуатації (без зупинки роботи).

Метод вібраційної діагностики використовує в якості діагностичної інформації вібрації працюючого агрегату (рис.1.3). Вібраційний сигнал є носієм інформації про різні коливання вузлів і деталей енергомеханічного обладнання.

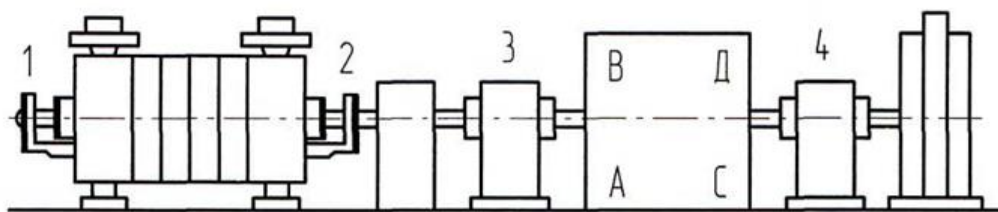


Рисунок 1.3 – Точки виміру вібрацій для динамічної установки

Будь-яка зміна характеру взаємодії його елементів призводить до відхилення параметрів функціонування агрегату і, як наслідок, до зміни супроводжуваних його вібраційних сигналів.

Цей вид діагностики відрізняється від інших методів технічної діагностики низкою характерних особливостей і, перш за все, різноманіттям фізичної природи вібраційних сигналів і високою інформативністю. Здатність запобігати появі несправностей вигідно відрізняє ВІБРОДІАГНОСТИКА від інших методів діагностування, що дозволяють в основному контролювати стан агрегату і виявляти несправності.

Під фактичним вібраційним сигналом визначають наступні стани агрегату:

- стан справності, коли рівень вібраційного сигналу перебувати в полі допуску еталонного спектру; еталон отримують при замірах вібрації справного агрегату, що працює під навантаженням на куцшовий насосної станції на початку експлуатації;
- стан задовільною працездатності, коли рівень вібрації може відрізнитися від еталонного рівня, що вказує на зміну режиму роботи агрегату або зародженню дефектів, але які роблять значний вплив на працездатність агрегату;
- граничне (передаварійний) стан, при якому подальша експлуатація може призвести до поломок вузлів і деталей агрегатів.

Рівні допустимих значень вібрацій представлені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Рівні допустимих значень вібрацій

Якісна оцінка технічного стану агрегату	Лінійний рівень середнього квадратичного значення віброшвидкості для машин з пружною установкою (мм / сек)		
	Від	до	до
Добре			до 7,0
Задовільно	Від	7.1	до 11,2
Ще допустимо	Від	11,3	до 18,0
Неприпустимо		Понад	18,0

Спектр вібрацій працюючого агрегату має досить широкий діапазон, він залежить від безлічі факторів: частоти обертання ротора СД, елементів підшипників, зубчастих шестерень, рухомих елементів електродвигуна і насоса і ін.

1.2 Аналіз автоматизації діагностування динамічних установок

У табл. 1.2 представлена інформація щодо оснащеності засобами автоматизації системи вібраційного аналізу динамічних установок в залежності від використовуваного методу технічної діагностики:

Таблиця 1.2 - Оснащеність системи вібраційного аналізу динамічних установок засобами автоматизації

Методи діагностики	1. Збір даних	2. Аналіз даних	Можливість автоматизованого.	Проблеми автоматизації
Візуальний огляд	Людина	Людина	1,2 - ні	Немає необхідності
Аналіз шумів механізму	Людина	Людина	1,2 - так	Немає необхідності
Віброметри	Віброметр	Людина (за стандарт ІСО 10816-1-97)	2 - так	Висока вартість аналізного ПО
Аналіз мастила	Людина	Людина	ні	Немає необхідності

Як видно з табл.1.2, метод віброметрії передбачає використання засобів автоматизації на етапі збору даних, однак, в даний момент на підприємстві етап аналізу даних виконується людиною-оператором з використанням певних ГОСТів [60]. При аналізі результатів вібрації оператор використовує дані виводяться на екрані приладу (віброметра) і таблиці «Норми вібрації». Вибір рішення ґрунтується на регламенті - позасистемна засобі. Запис проводиться в журнал аналізу вібрації конкретної установки вручну.

Зі змісту табл. 1.2 випливає, що виконання обслуговуючим персоналом процедур, виділених жирним шрифтом, технічно не контролюється, що вказує на незаперечну важливість розробки програмного забезпечення для зберігання даних по вимірах вібрації різних агрегатів на виробництві, тому що «Людський фактор» може привести до аварійної ситуації.

Діагностування є слабо формалізованим і слабо структурованим видом діяльності. При цьому найбільш проблематичними залишаються питання повноти та достовірності результатів діагностики [11].

У цих умовах, основним напрямком підвищення якості та оперативності діагностування є комп'ютеризація основних процесів експертизи, розробка і впровадження об'єктивних інструментальних методів оцінок і засобів підтримки процедур діагностування на аналітичному, інформаційному та організаційному рівнях.

1.3 Методи оцінки технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу роботи агрегату

Методи оцінки технічного стану:

- взаємна оцінка проводиться для однотипних машин, що працюють в однакових умовах;
- відносна оцінка - вимірюється діагностичний параметр одного об'єкта і проводиться тимчасове порівняння;
- абсолютна оцінка - порівняння вимірних значень зі стандартними.

Оцінка технічного стану машин за значеннями середньоквадратичної віброшвидкості, мм/с, стандарт ISO 10816-1-97, наведений в табл.1.3.

Таблиця 1.3 – Стандарт ISO 10816-1-97

Клас машин	Характеристика класу	Зони технічного стану			
		Зона А	Зона В	Зона С	Зона D
I	Електричні мотори потужністю до 15кВт	0,7	0,7...1,8	1,8...4,5	понад 4,5
II	Середні машини потужністю 15...75 кВт и машини до 300 кВт на окремих фундаментах	1,1	1,1...2,8	2,8...7,1	понад 7,1
III	Потужні двигуни, жорстко закріплені на потужних фундаментах	1,8	1,8...4,5	4,5...11,2	понад 11,2
IV	Потужні машини з обертовими масами	2,8	2,8...7,1	7,1...18,0	понад 18,0

Зона А - в цю зону потрапляють, як правило, нові машини, тільки що введені в експлуатацію. **Зона В** - машини, що потрапляють в цю зону, зазвичай вважають придатними для подальшої експлуатації без обмеження термінів. **Зона С** - машини, що потрапляють в цю зону, зазвичай розглядають як непридатні для тривалої експлуатації. Зазвичай дані машини можуть функціонувати обмежений період часу, поки не з'явиться відповідна можливість проведення ремонтних робіт. **Зона D** - рівні вібрації в даній зоні зазвичай розглядають як серйозні, вони можуть викликати пошкодження машини.

Аналіз вимірів.

- Перший рівень аналізу - оцінка технічного стану за максимальним значенням віброшвидкості зафіксованому в контрольних точках.

- Другий рівень аналізу - локалізація точок мають максимальну вібрацію

- Третій рівень аналізу - попередній діагноз можливих пошкоджень. Напрямок більшого значення вібрації в контрольній точці з великими значеннями найбільш точно визначає характер ушкодження.

1.4 Математичні моделі, що використовуються для діагностування і прогнозування залишкового ресурсу

Згідно [5] моделі, що використовуються в системах діагностування динамічних об'єктів безперервного типу, умовно класифікують на логічні, причинно-наслідкові, аналітичні.

1) Логічні моделі.

Для опису поведінки безперервних об'єктів, діагностування яких здійснюється за допомогою аналізу допусків, цілком природно застосовувати математичні моделі логічного типу. З широким впровадженням в практику діагностування сучасної обчислювальної техніки, що використовує методи штучного інтелекту, особливого значення набуває побудова логіко-лінгвістичних діагностичних моделей і застосування небулевих логік [16].

В даний час логічні моделі, задані у вигляді таблиць несправностей, мають обмежене застосування, так як діагностовані об'єкти, як правило, характеризуються великою кількістю параметрів. Крім того, при наявності зворотних зв'язків застосування логічних методів важко.

2) Причинно-наслідкові моделі.

Значна кількість робіт [38, 45, 60, 62] присвячено дослідженню теорії графів, яка може використовуватися як апарат опису потенційно небезпечних об'єктів. Найбільш поширеними видами цієї групи моделей являються помічені спрямовані графи (ПНГ), дерева відмов (ДО) і дерева подій (ДС). Загальним для причинно-наслідкових моделей являється уявлення об'єкта у вигляді графа. В [47] відзначається, що діагностування по ПНГ коректно тільки в тому випадку, якщо змінні стану під час пошуку дефекту змінюються лише одного разу внаслідок виниклого порушення. Фіксованість часу і пов'язана з нею фіксованість перемінних стану - недолік, характерний не тільки для ПНГ. Він притаманний практично всім причинно-наслідковим моделям і пов'язаний з тим, що об'єкт, що діагностується, який є безперервною динамічною системою (або безперервно-дискретною), представляється дискретною моделлю. У тих випадках, коли таке спрощення не дозволяє вирішувати поставлені завдання, використовують різні модифікації ПНГ: вводять фактор часу або враховують множинність

станів ПНГ. Природним виходом з цієї скрути було б зведення часу діагностування до декількох секунд, а в критичних випадках і до мілісекунд. Тому подальше дослідження направлені на підвищення швидкодії, але не шляхом вдосконалення алгоритмічних процедур, а шляхом перетворення ПНГ в розширене безліч логічних правил, що мають на меті формування чітких інструкцій [52]. Як зазначається в [22] для хімічних виробництв число таких правил може становити десятки тисяч. У зв'язку з цим становить інтерес концепція ієрархічного діагностування [47]. На глобальному рівні використовується модель може бути не деталізований, однак вона повинна забезпечити локалізацію несправності з точністю до підсистеми нижнього рівня ієрархії. На другому етапі за допомогою відповідних процедур дефектна область звужується вже до розмірів несправності елемента.

При цьому виникає проблема співвіднесення елемента схеми до того чи іншого класу спільності, так як співіснують два взаємопов'язані аспекти: структурний, що визначає фізичне місцезнаходження об'єкта, і функціональний, що визначає угруповання елементів за їх функціональним призначенням і взаимосвязанню поведінки.

Для вирішення складних завдань, коли послідовність подій, що відбуваються при виникненні несправності, залежить від багатьох умов і заздалегідь не може бути визначена однозначно, а також в тих випадках, коли необхідно враховувати динаміку поведінки об'єкта, представляється доцільним використання мереж Петрі і різних їх модифікацій [24, 32, 35, 48]. З недавніх оглядових робіт, присвячених використанню мереж Петрі в системах підтримки прийняття рішень, слід відзначити [58, 64, 66].

Останнім часом помітно зросла кількість публікацій по використанню в задачах діагностики нейронних мереж [17, 25, 50]. Питанням практичного застосування нейронних мереж для діагностування процесів хімічної технології присвячені роботи [6, 18].

Основною перевагою причинно-наслідкових моделей є можливість подання послідовності подій. Істотним недоліком причинно-наслідкових моделей є те, що для їх побудови необхідний докладний розбір всіх можливих ситуацій. Це передбачає вичерпне знання особливостей поведінки об'єкта в тих чи інших умовах, наявність кількісних характеристик надійності окремих елементів, необхідних для прийняття рішення в недетермінованих випадках. Однак, як показує практика [15, 36, 74], найбільш важкі наслідки обумовлені виникненням найменш імовірних і тому заздалегідь не передбачених подій і разом з тим, практично неможливо врахувати на стадії проектування, тобто на етапі побудови моделі. Особливо це проблематично для складних і мало вивчених об'єктів.

3) Аналітичні моделі.

Протягом останніх двадцяти років широке застосування в діагностиці відмов нелінійних динамічних систем отримали аналітичні моделі, що використовують математичний апарат для

контролю за системою. Клас аналітичних моделей не обмежується тільки лише моделями в частотній і тимчасовій області. Відомі статистичні методи, які не вимагають наявності точної моделі процесу [55]. В роботі [28] пропонується так званий еволюційний підхід, при якому діагностування стану системи проводиться на основі використання генетичних алгоритмів. Інші, більш традиційне, підходи даного напрямку використовують для якісного аналізу динамічної системи методи теорії катастроф і імовірнісних оцінок [9, 14]. До аналітичних моделей належать також моделі, які для діагностування дефектів використовують численні методи теорії ідентифікації, розпізнавання образів, теорії чутливості [13, 43, 54] та ін.

Основним недоліком аналітичних моделей є те, що використовувані математичні моделі виявляються дуже чутливими до незначних змін параметрів системи, шумів і т.д. Якість діагностики в такому випадку напряму залежить від якості моделей. На практиці, створення аналітичних моделей, що описують поведінку системи і моделюють складні нелінійні системи, є дуже важким завданням. В то же время, все чаще возникает необходимость иметь дело со все более сложными системами, создавать сложные отношения, описывающие состояние систем, имея при этом небольшой объем информации о самой системе. Проводить диагностику системы приходится при высокой степени неопределенности.

Майже всі реальні процеси функціонування технічних систем пов'язані з нечіткістю надходить діагностичної інформації. Тому при управлінні такими системами доводиться орієнтуватися на екстремальне поєднання чинників невизначеності. У цих випадках на практиці використовують експертів. Найбільш перспективними з урахуванням зазначених особливостей в умовах багатопараметричної невизначеності є інтервальні [3, 21, 44, 56, 59, 69, 71] і експертні методи з використанням апарату нечіткої логіки [8, 29, 26, 27, 38, 46]. Прикладом застосування нечітких рівнянь і елементів нечіткої логіки для діагностування складних систем є пакет програм Thermix-2D для аналізу динаміки АЕС [64]. Моделі, засновані на знаннях експертів [2, 12, 23, 30], є найбільш природним поданням знань про стан процесу і, як правило, здатні найбільш адекватно описати ситуацію. В роботі [47] було зроблено висновок про доцільність створення гібридної автоматизованої системи технічної діагностики як системи, що поєднує традиційні "жорсткі" моделі і алгоритми і компоненти інтелектуальних систем. В даному випадку, під гібридні розуміється створення взаємопроникаючих інтелектуальних і традиційних структур здатних забезпечити синергетичний ефект і вивести системи технічної діагностики на новий якісний рівень. Спроби створення таких систем, в тому числі і для цілей діагностики, робляться як в нашій країні, так і за кордоном [4, 18, 19, 47], проте до цих пір немає достатнього накопиченого досвіду і методологічного узагальнення таких робіт, тому задача побудови такого класу систем для хімічних виробництв залишається багато в чому творчою і вимагає проведення значного обсягу дослідних робіт.

1.5 Висновки за результатами аналізу та постановка завдань дослідження

Дослідження проблеми діагностування вібрації динамічних установок показало:

1. Не всі стану динамічних установок є спостерігаються, деякі з них можуть бути недоступними для огляду.

2. При аналізі результатів діагностування часто стикаються з необхідністю розрахунків при наявності інформації, знятої безпосередньо з діагностичних приладів. Для даної установки виділяється завдання автоматизації обліку, зберігання і аналізу результатів вимірів, виконаних за допомогою будь-якого діагностичного приладу по виміру вібрації, яка може бути реалізована в якості бази даних.

3. Велика кількість альтернативних інтерпретацій і сильний взаємозв'язок і взаємозалежність конкретних подій (несправностей і їх проявів) значно ускладнюють перебування вирішальних правил ..

У зв'язку з викладеним, для вирішення зазначених проблем та створення ефективної системи діагностування, метою дослідження є розробка методів математичного моделювання та засобів функціональної діагностики для автоматизації системи вібраційного аналізу.

Поставлена мета обумовлює необхідність вирішення наступних завдань:

1. Аналіз структури системи вібраційного аналізу динамічних установок
2. Дослідження методів оцінки технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу роботи агрегату.
3. Розробка модуля обробки діагностичної інформації, що забезпечує:
 - зберігання даних про результати замірів вібрації компресорних установок по всьому підприємству;
 - аналіз даних;
 - формування звітів і виведення результатів.
4. Розробка мобільного вимірювальної системи контролю вібрації.
5. Проведення експериментальних досліджень та оцінка технічного стану, що діагностується агрегату.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЛАДІВ І МЕТОДІВ АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРИ ЗАМІРІ ВІБРАЦІЇ

На рис. 2.1 показана блок схема проведення заміру вібрації.

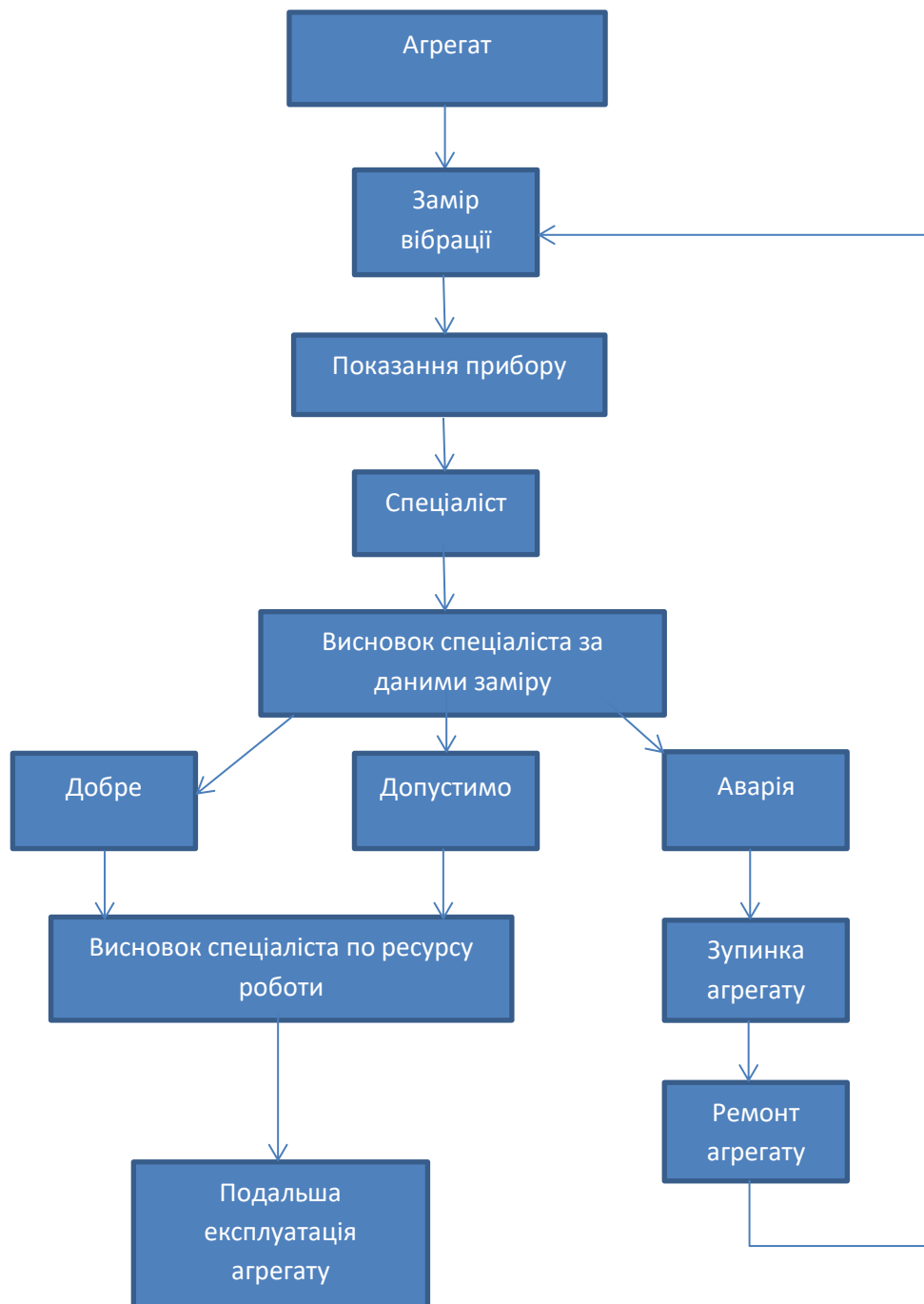


Рисунок 2.1 - Блок схема виміру вібрації

Як видно з наведеної вище блок схеми основою будь-якої системи, безсумнівно, має бути людина, фахівець-аналітик. Незважаючи на будь-яку, саму вищу ступінь автоматизації системи моніторингу, остаточне рішення за ним.

2.1 Періодичність обстеження підшипникових вузлів

Аналізуючи багаторічний досвід діагностування підшипників кочення роторних машин можна зробити висновок, що швидкість розвитку неоднакова для різних типів дефектів, але мінімальний час розвитку дефектів зносу від моменту виявлення зароджується дефекту до аварійного стану підшипника близько до чверті від середнього ресурсу підшипника в конкретному типі машини. Після монтажу нового підшипника, слід виконати контрольні вимірювання спектра обвідної для виключення його роботи з сильними дефектами виготовлення і монтажу.

Типова тривалість підробітки підшипника складає 5-10% від його ресурсу, тому після підробітки, тобто через час порядку 20% від його ресурсу або (для підшипників з великим ресурсом) через півроку його експлуатації необхідно провести повторне діагностування.

Якщо при повторному діагностуванні не встановлені дефекти, то інтервал до наступного вимірювання також становить 20% від його ресурсу або, якщо ресурс перевищує 2.5 року, то 6 місяців. У разі виявлення одного слабкого дефекту, інтервал між вимірами можна зберегти. Якщо виявлені два слабких дефекту різних вузлів підшипника, або один середній дефект, то інтервал між вимірами слід скоротити приблизно в 2 рази. Тобто до 10% від його середнього ресурсу або до 3 місяців. При появі двох середніх дефектів різних вузлів або одного сильного, його слід скоротити ще в 2 рази, тобто до 5% від ресурсу або до 6 тижнів. Такий же інтервал слід витримувати і при виявленні середнього дефекту тіл кочення, так як цей вид дефекту відноситься до найбільш швидко розвиваються. При появі одного середнього і одного сильного дефекту різних вузлів підшипника рекомендується скоротити інтервал між вимірами ще в 2 рази, тобто до 2.5% від ресурсу або до 3 тижнів. Аналогічне скорочення інтервалу слід виробляти і при одному сильному дефекті, якщо його величина перевищує більш ніж на 50% поріг сильного дефекту. У всіх інших випадках, а саме при двох сильних дефектах різних елементів підшипника (і, як виняток, при одному сильному дефекті тіл кочення) рекомендується або замінити підшипник, або проводити вимірювання щодня, стежачи за швидкістю їх розвитку, і при появі ще одного виду сильного дефекту робити заміну підшипника.

Якщо вид виявленого дефекту не ідентифіковано фахівцем, то він прирівнюється по періодичності вимірювань до дефектів тіл кочення, як найбільш швидко розвиваються, і, отже, в цьому випадку при виявленні середнього дефекту інтервал між вимірами становить п'ять відсотків від ресурсу або 6 тижнів, а при появі сильного дефекту приймається рішення про заміну підшипника. Якщо необхідно продовжити експлуатацію підшипника з сильним

неідентифікованим дефектом, слід виробляти щоденне діагностування та рішення а заміні приймати по швидкості розвитку дефекту з урахуванням індивідуальних особливостей машини.

2.2. Проведення і рівні періодичного моніторингу

I рівень: періодичний моніторинг вібраційного стану роторного обладнання в стандартних смугах частот; тренд-аналіз; прогнозування ресурсу роботи обладнання. Необхідний віброметр.

II рівень: контроль вібрації в смугах, тренд-аналіз; прогнозування ресурсу роботи обладнання, виявлення причин підвищеної вібрації. необхідний віброаналізатор

III рівень: застосування спеціальних методів аналізу (ПК-ФАКТОР, спектр обвідної, СТАТИСТИЧНІ МЕТОДИ, і т. д.)

2.3 Технічні засоби аналізу вібрації

Загальна структура систем вимірювання та аналізу вібрації, включає в себе первинні вимірювальні перетворювачі, що погоджують пристрої, лінії зв'язку, власне засоби аналізу, базу даних і засоби (програми) обробки інформації (див. рис. 2.2).

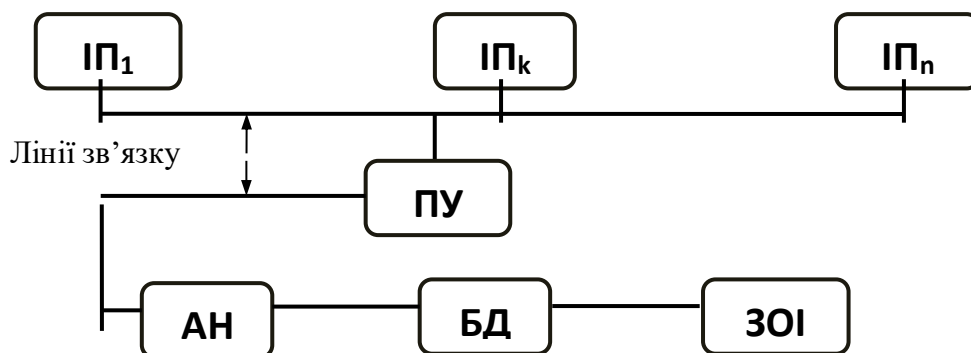


Рисунок 2.2 - Структурна схема системи вимірювання та аналізу вібрації

ІП - вимірювальні перетворювачі, ПУ - пристрої узгодження, АН - аналізатор, БД - база даних, ЗОІ - засоби обробки інформації.

Залежно від завдань, що вирішуються за допомогою приладів або систем вимірювання та аналізу вібрації, до них пред'являються різні технічні вимоги. Існуючі технічні засоби можна класифікувати наступним чином:

- кошти допускового контролю і аварійного захисту;
- індикатори стану об'єктів контролю;
- кошти вібраційного моніторингу;

- г) кошти вібраційної діагностики;
- д) дослідницькі прилади і системи.

Всі засоби вимірювання і аналізу вібрації використовують вимірювальні віброперетворювачі, причому частіше за інших застосовуються п'єзоелектричні перетворювачі віброприскорення (акселерометри), оптичні (лазерні) перетворювачі виброскорості і струмовихровий перетворювачі відносного віброперемещення (проксиметри). Крім них для забезпечення синхронних видів аналізу вібрації часто використовуються або оптичні або струмовихровий датчики обертів, або датчики струму (напруги) синхронних електричних машин, в тому числі генераторів електроенергії. Для зв'язку віброперетворювача із засобами аналізу використовуються лінії дротового або бездротового зв'язку і погоджують пристрої. У найпростішому випадку це попередні підсилювачі сигналу. Так, для п'єзоакселерометрів в залежності від характеристик лінії зв'язку можуть використовуватися попередні підсилювачі напруги, заряду або струму, причому досить часто для забезпечення високої завадостійкості засобів (особливо багатоканальних) вимірювання і аналізу вібрації попередні підсилювачі вбудовуються в один корпус з акселерометром. У більш складних випадках пристрій, що може виконувати функції попередньої фільтрації сигналу, в тому числі антialайзінгової, комутації ліній зв'язку, перетворення сигналу в цифрову форму, а також ряд інших.

Власне аналізатор є основою будь-якого засобу вимірювання і аналізу вібрації, і може існувати як незалежний пристрій. В останньому випадку можуть пред'являтися вимоги до характеристик вхідних і вихідних сигналів [72].

2.4 Мобільна вимірювальна система вібродіагностики

Мобільна вимірювальна система вібродіагностики являє собою комплекс програмних і технічних засобів, призначених для комплексного вирішення завдань вібраційних досліджень і вібродіагностики.

Склад мобільного вимірювальної системи вібродіагностики

До складу мобільної вимірювальної системи входять портативний прилад, що забезпечує вимір і аналіз вібрації в важких промислових умовах (Реєстратор-Віброметр), комп'ютер з програмами моніторингу: програма реєстрації та експрес обробки MR-300. (НПП «МІРА»), програма обробки та аналізу сигналів «WinПОС -Expert». (НПП «МІРА») і програма вібродіагностики «gSignal». (ІТЦ «Вібродіагностика»), що містить базу даних і виконує ряд операцій аналізу сигналів та обробки результатів аналізу, а також експертна або автоматична програма діагностики, обробна отриману діагностичну інформацію і акселерометр.

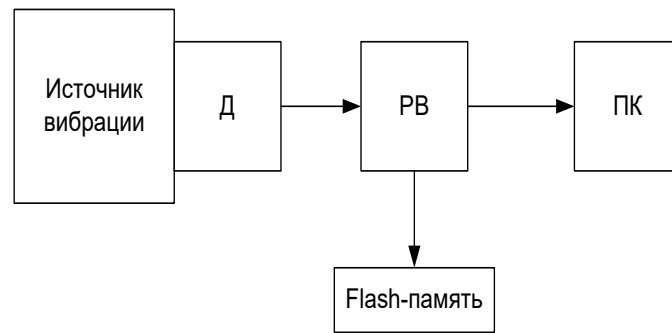


Рисунок 2.3 - Структура мобільно-вимірювальної системи

Д - Акселерометр- датчик вимірює значення віброприскорення.

РВ - "Реєстратор - Віброметр" - прилад які не виконують функцій аналізу, а тільки збирають тимчасові сигнали вібрації.

ПК - персональний комп'ютер з розширеною діагностичної програмою і базою даних.

Функціональні можливості програм моніторингу наведені нижче:

Програма реєстрації та експрес обробки MR-300.

Програма MR-300 здійснює такі функції:

- а) функції реєстратора (в темпі вимірювань);
- б) функції експрес аналізу (в темпі вимірювань);
- в) автоматизоване формування звіту (в темпі вимірювань).

Програма обробки і аналізу сигналів «WinПОС -Expert».

Обробка та аналіз сигналів здійснюється програмою «WinПОС -Expert».

Особливостями програми WinПОС-Expert є:

- а) пакетна обробка даних;
- б) сигнали довжиною до 2 мільярдів значень;
- в) більше 50 алгоритмів обробки сигналів (спектральний аналіз, кореляційний аналіз, фільтрація, розрахунок обвідної, інтегрування, диференціювання, функції когерентності, імовірнісні характеристики і ін.);
- г) потужний графічний інтерфейс (2d і 3d);
- д) підготовка звітів;
- е) пакет розрахунку і аналізу будь-яких вібраційних параметрів і їх характеристик в обраних смугах частот (віброприскорення, віброшвидкості, віброперемещення, тренди, спектри, АФЧХ, каскадні спектри, частоти обертання, гармоніки частот обертання і ін.);
- ж) кошти оформлення графіків і підготовки звітів (коментарі, виноски, маркери, гармонійний і модуляційний курсори, номери ліній і т.п.):
 - вільне конфігурація графіків на сторінці;

- будь-які просторові трансформації тривимірних графіків, їх перетину і проекції;
- оформлення графіків коментарями, виносками, підписами;
- оформлення результатів у вигляді формулярів і таблиць;
- видача на друк;
- збереження результатів у файлі;
- вставка в документ MS Word.

з) підтримка сценаріїв (VBSkript).

Програма вібродіагностики «Expert-VD».

У програмі «gSignal» реалізовані алгоритми, які діагностують такі дефекти:

- Діагностування резонансних коливань (встановлення об'єкта, який резонує, визначення рівня і частот резонансів, виявлення джерел динамічних збурень, що збуджують резонансні коливання).
- Дисбаланси роторів (симетричні, кососиметричні), місце знаходження щодо опор ротора.
- Всі види расцентровок (зсув вісі, розкриття торців напівмуфт).
- Дефекти з'єднувальних муфт, що викликають радіальні і кутові зміщення осей з'єднувальних муфтою роторів (колінчастого і торцеві перекося).
- Ослаблення (зникнення) попереднього натягу на вкладишах підшипників.
- Автоколивальні процеси в підшипниках ковзання і НЧВ.
- Зміна характеристик жорсткості деталей і вузлів турбоагрегату.
- Наявність і рівень частотних складових: 25,0 Гц, 75,0 Гц, 125,0 Гц 175,0 Гц.

Принцип роботи

"Реєстратор - Віброметр" в режим віброметра приймають вхідні сигнали з акселерометра, інтегрує отримані значення і перетворюють їх у цифровий. Набирає потрібну кількість вимірювань і виробляє обчислення середнього квадратичного значення віброшвидкості відображення на індикаторі.

У режимі реєстратора "Реєстратор - Віброметр" вхідні сигнали з акселерометра, перетворюють їх у цифровий код і передають на персональний комп'ютер. На екрані комп'ютера за допомогою програм спектрального аналізу можна переглядати форму сигналів, спектр, кепстра, фазу і т.д. Фільтрація, інтегрування, детектування обвідної, обчислення спектра та інші перетворення здійснюються персональним комп'ютером.

У режимі реєстратора "Реєстратор - Віброметр" переходить при натисканні кнопки "Запис". "Реєстратор - Віброметр" проводить запис сигналів вібродатчика на жорсткий диск персонального комп'ютера. "Реєстратор - Віброметр" може так само записувати вібросигнали на

Flash-накопичувач автономно без персонального комп'ютера. Завжди записується віброприскорення.

Опис датчика

Основними характеристиками вібрації є віброзміщення, віброшвидкість і віброприскорення. Процес перетворення зсуву в швидкість або швидкості в прискорення еквівалентний математичної операції диференціювання. Зворотне перетворення прискорення в швидкість і швидкості в зміщення називається інтегруванням. Сьогодні можна проводити ці операції всередині самих вимірювальних приладів і легко переходити від параметрів виміру до інших.

На практиці, однак, диференціювання приводить до зростання шумової складової сигналу, і тому воно рідко застосовується. Інтегрування, навпаки, може бути здійснено з високою точністю за допомогою простих електричних ланцюгів. Це є однією з причин, чому акселерометри сьогодні стали основними датчиками вібрації: їх вихідний сигнал можна легко піддати одноразовому або дворазовому інтегруванню і отримати або швидкість, або зсув. Інтегрування, однак, непридатне для сигналів з дуже низькою частотою (нижче 1 Гц), так як в цій області рівні паразитного шуму надзвичайно збільшуються і точність інтегрування падає. Більшість наявних на ринку інтеграторів правильно працюють на частотах вище 1 Гц, що досить майже для всіх додатків, пов'язаних з вібраціями [72].

Віброперетворювач типу ВК-310А є п'єзоелектричний акселерометр з погоджують підсилювачами і призначені для застосування в складі апаратури безперервного вібраційного контролю, захисту і вібродіагностики турбоагрегатів, живильних пристроїв двигунів нафтоперекачувальних і газокompресорних станцій, вібродіагностики електричних станцій і інших об'єктів.

Віброперетворювач ВК-310А - первинний вимірювальний п'єзоелектричний перетворювач з вбудованим підсилювачем.

- Вимірюваний параметр - віброприскорення в робочому діапазоні частот.
- На виході формується сигнал змінної напруги, пропорційний миттєвому значенню віброприскорення.
- Маркування вибухозахисту 0ExiaIICT5 X.
- Поставляється зі шпилькою М5, магнітом або в комплекті з ізолюючим трикутником на замовлення.
- Підключення через роз'єм типу РС-4ТВ або ВНС, на замовлення - підключення кабелем в металорукаве через гермоввод.
- Матеріал корпусу: алюмінієвий сплав. [61]

Корпус пристрою "Реєстратор - Віброметр"

В якості корпусу пристрою "Реєстратор - Віброметр" використовується малогабаритний корпус фірми Vorla (серія BOSS 900). Креслення корпусу для приладу із зазначенням основних розмірів представлений на рис. 2.4.

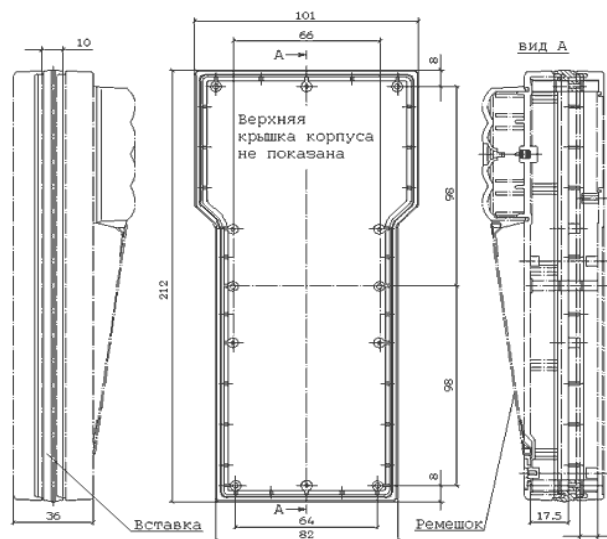


Рисунок 2.4 - Креслення корпусу для приладу

Прилади в таких корпусах мають відмінний зовнішній вигляд і зручні в експлуатації. Вузька нижня частина корпусу дозволяє впевнено тримати прилад в руках, а в широкій верхній частині досить місця для дисплея. У корпусі розміщуються дві плати розміром 70x140 мм. Обсяг корпусу можна збільшити, встановивши стандартну 10мм вставку. У корпусі є батарейний відсік для чотирьох пальчикових гальванічних елементів або акумуляторів розміру АА.

Для корпусів цієї серії випускаються плівкові клавіатури (ПК), які встановлюються в спеціальні посадочні місця на лицьовій панелі. ПК можуть бути рекомендовані до застосування практично для всієї гама приладів продукції. Завдяки клейкій основі на зворотному боці клавіатури монтаж займає лічені секунди. Підключення клавіатури до друкованої плати здійснюється за допомогою гнучкого шлейфа [53].

Блок живлення пристрою "Реєстратор - Віброметр"

Блок живлення приладу складається з АБ, зарядного пристрою для зарядки акумуляторів (ЗУ), перетворювачів напруги DC / DC.

Узагальнена функціональна схема БП наведена на рис. 2.5.

У блоці живлення для зарядки акумуляторів використаний контролер зарядного пристрою MAX713, який дозволяє заряджати нікель-кадмієві (NiCd) акумулятори. ЗУ на мікросхемі MAX713, являє собою джерело постійного струму з обмеженням по напрузі і таймером. ЗУ дозволяє заряджати як одиничний елемент, так і батарею, що складається з декількох акумуляторів. Число акумуляторів, що заряджаються програмується через висновки

PGM0 (вив.3 DD2) і PGM1 (вив.4 DD2). У описуваному пристрої мікросхема налаштована для зарядки чотирьох акумуляторів. Для цього на висновок PGM0 подано напруга живлення мікросхеми (+ V), а на висновок PGM1 - напруга з мінусового виведення акумуляторної батареї (-BATT).

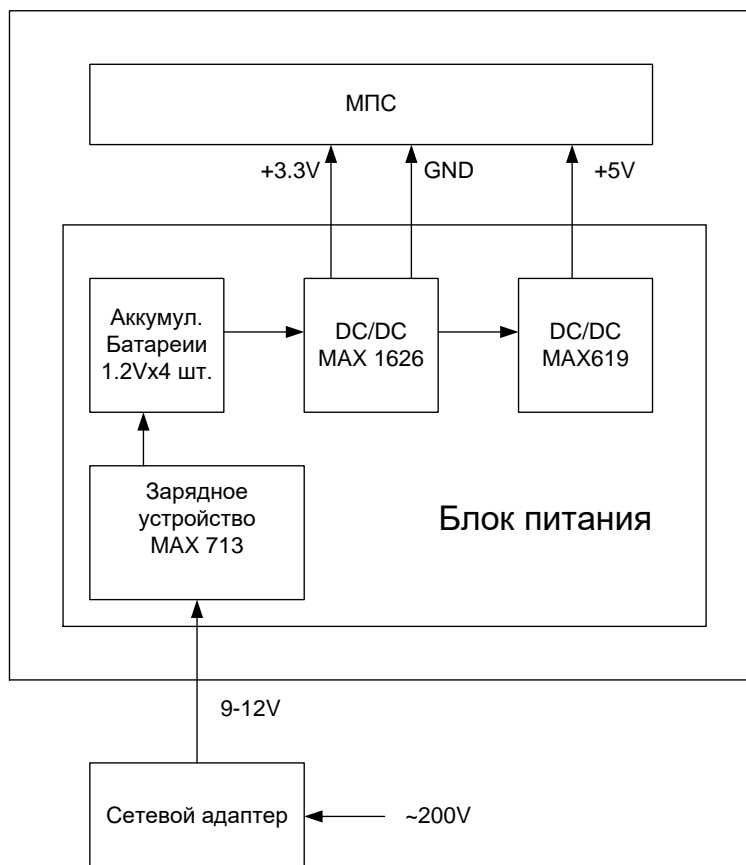


Рисунок 2.5 - Узагальнена функціональна схема БП

На мікросхемі MAX1626 і польовому транзисторі зібраний понижуючий ключовий перетворювач напруги DC / DC. Мікросхема MAX1626 є високоефективним контролер понижуючого перетворювача з вихідним напругою 3.3В. Робота перетворювача заснована на тому, що енергія порціями через низькоомний ключ подається на котушку індуктивності і накопичується в ній, а далі надходить на конденсатор. При цьому вихідна напруга щодо вхідного знижується. Контролер постійно відстежує вихідна напруга перетворювача через висновок «OUT». ККД перетворювача складає 90-92%.

На вхід перетворювача може подаватися напруга від 3 до 14 вольт. Перетворювач працює від акумуляторної батареї або від мережевого адаптера під час зарядки акумуляторів. Мікросхема MAX1626 дозволяє побудувати DC / DC перетворювач з вихідним струмом до 2 А.

Максимальне значення вихідного струму встановлюється резистором. У наведеній схемі максимальна величина струму навантаження перетворювача дорівнює 400 мА.

У розробляється приладі, крім напруги +3,3 В, знадобляться і напруга +5 для харчування датчика, пристрої узгодження, РКІ і т.д. Широке застосування в сучасних пристроях знайшли перетворювачі постійної напруги на перемикаються конденсаторах. Вони не вимагають котушок індуктивності, оскільки в них для збереження і передачі енергії використовуються керамічні конденсатори. Для отримання необхідних додаткових напружень, в БП приладу були передбачені стабілізований підвищуючий перетворювач напруги на мікросхемі MAX619 з вихідною напругою +5 В [67].

Технічні характеристики пристрою "Реєстратор-Віброметр"

Кількість каналів, 1;

Кількість АЦП в кожному каналі, 1;

Динамічний діапазон, 140 дБ ($\pm 0.05\text{мкВ} \pm 5\text{В}$);

Швидкість передачі даних на ПК, 64 Кбайт / с;

Частотний діапазон, 10 - 10000 Гц;

Стандарти дозвіл FFT, 1600 і 3200 ліній;

Діапазон вхідних напруг вимірювального каналу, + 5В;

Зовнішній інтерфейс, USB 2.0;

Живлення приладу, АА батареї або акумулятори, 4 шт.

3 РОЗРОБКА МОДУЛЯ ОБРОБКИ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ І СИНТЕЗ СТРУКТУРИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ

Моніторинг технічних параметрів обладнання відомий і застосовується дуже давно. Всім фахівцям добре знайомі журнали стану обладнання, в які протягом дуже великого періоду часу з певною періодичністю заносилися і заносяться обслуговуючим персоналом показання контрольно-вимірювальних приладів та інші дані, отримані, наприклад, при періодичних вимірах вібрації за допомогою найпростіших приладів. Перехід на систему прогнозованого обслуговування потребує збільшення вимірюваної і зберігається в багато разів. Ручне введення, зберігання і обробка цих даних стають неможливими.

Однією з основних складових системи прикладного програмного забезпечення є досить потужна комп'ютерна система зберігання, обробки, аналізу і відображення даних, що збираються.

Програмне забезпечення повинно забезпечувати можливість створення гнучкої ієрархічної системи зберігання даних, необхідні функції обробки і відображення даних і формування всіляких звітних матеріалів.

Основними результатами впровадження системи моніторингу, повинні бути:

- 1) запобігання раптових аварій і відмов обладнання;
- 2) діагностування дефектів з точністю до вузла;
- 3) прогнозування розвитку виявлених дефектів і планування термінів і обсягів ремонтних робіт;
- 4) і як наслідок усього цього - значне зниження витрат на обслуговування обладнання.

Для цього в даному дипломному проєкті пропонується до впровадження розроблена база даних і прикладне програмне забезпечення.

3.1 Розробка проєктованої бази даних

Опис об'єктів бази даних

Аналіз інформації проєктованої бази даних дозволяє виділити наступні основні інформаційні об'єкти: Цех, Агрегат, Дата виміру, Дані по точкам, Дані про вимірі.

Реальні зв'язки між інформаційними об'єктами «один до багатьох».

Атрибутами об'єкта «Цех» є:

- Назва цеху (для однозначної ідентифікації).

Інформація за назвою цеху є інформативною і міститься в базі постійно в не залежності від того скільки агрегатів в нього входить. В одному цеху може знаходитися декілька агрегатів.

Атрибути об'єкта «Агрегат» є:

- Позиція агрегату (для однозначної ідентифікації);
- Назва агрегату;
- Кількість точок.

Для однієї позиції агрегату є багато даних по точках.

Атрибути об'єкта «Дата виміру» є:

- Дата виміру (для однозначної ідентифікації).

За один день фахівець може призвести несолько вимірів.

Атрибути об'єкта «Дані по точках» є:

- № точки;
- Вертикальна складова;
- Поперечна складова;
- Осьова складова;
- Порядковий номер виміру (для однозначної ідентифікації).

Порядковий номер виміру необхідний для однозначної ідентифікації записів і надалі буде використовуватися як ключове поле.

Атрибути об'єкта «Дані про вимірі» є:

- Висновок про вимірі (для однозначної ідентифікації).

Один висновок може стосуватися кількох агрегатів.

Опис таблиць

Складемо для кожного об'єкта відповідну таблицю.

Таблиця «Цех» містить одне поле. Поля і властивості полів таблиці «Цех» наведені нижче:

Таблиця 3.1 – «Цех»

PK	FK	Поле	Тип
1		Назва цеху	Текстовий

Таблиця «Агрегат» містить чотири поля. Поля і властивості полів таблиці «Агрегат» наведені нижче:

Таблиця 3.2 – «Агрегат»

PK	FK	Поле	Тип
1		Позиція агрегату	Текстовий
		Назва агрегату	Текстовий
		Кількість точок	Числовий
	F	Назва цеху	Текстовий

Таблиця «Дата виміру» містить одне поле. Поля і властивості полів таблиці «Дата виміру» наведені нижче:

Таблиця 3.3 - «Дата виміру»

PK	FK	Поле	Тип
1		Дата виміру	Дата (короткий формат)

Таблиця «Дані по точках» містить одне поле. Поля і властивості полів таблиці «Дані по точках» наведені нижче:

Таблиця 3.4 - «Дані по точках»

PK	FK	Поле	Тип
1		Порядковий номер виміру	числовий
		№ точки	числовий
		вертикальна складова	числовий
		поперечна складова	числовий
		осьова складова	числовий
	F	позиція агрегату	текстовий
	F	Висновок про вимірі	текстовий
	F	Дата виміру	Дата (короткий формат)

Таблиця «Дані про вимірі» містить одне поле. Поля і властивості полів таблиці «Дані про вимірі» наведені нижче:

Таблиця 3.5 - «Дані про вимірі»

PK	FK	Поле	Тип
1		Заключение о замере	Текстовый

Схема зв'язків

Схема зв'язків представлена на рис.3.1.

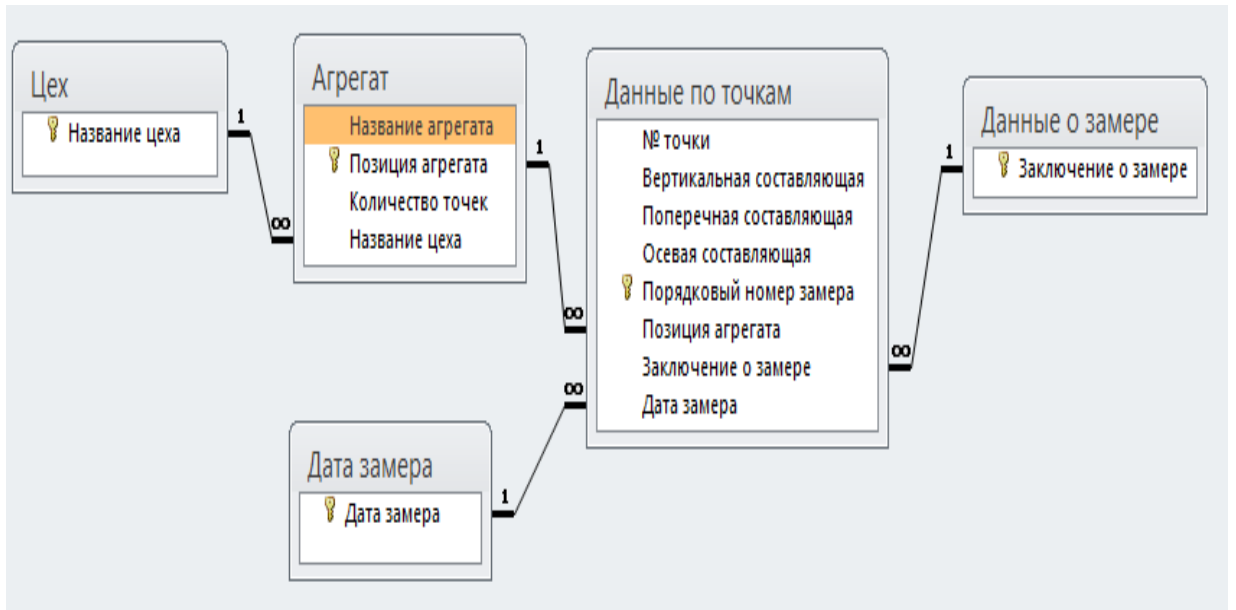


Рисунок 3.1 – Схема зв'язків розробляється бази даних

Для полегшення роботи з даними в таблицях, створюються форми.

Форми мають табличний вигляд і призначені для зручного перегляду і редагування даних в таблицях. Приклад форми «Агрегат» наведено на рис.3.2.

№ точки	Вертикальная составляющая	Поперечная составляющая	Осьевая составляющая	Порядковый номер замера	Заключение о замере	Дата замера
1	0,5	0,8	1,1	3	Хорошо	12.08.2011
2	0,8	0,5	1	6	Хорошо	12.08.2011
3	1,2	1,5	1,0	7	Хорошо	12.08.2011
4	1,8	1,4	1,0	8	Хорошо	12.08.2011
5	1,2	1,8	1,0	9	Хорошо	12.08.2011
6	3,1	1,8	1,0	10	Хорошо	12.08.2011
1	0,7	0,4	0,8	63	Хорошо	21.07.2011
2	1,7	0,5	0,7	64	Хорошо	21.07.2011
3	1,2	1,3	1,4	65	Хорошо	21.07.2011
4	1,0	1,5	1,4	66	Хорошо	21.07.2011
5	1,8	1,3	1,2	67	Хорошо	21.07.2011
6	1,1	1,4	1,2	68	Хорошо	21.07.2011
1	0,8	0,8	0,9	69	Хорошо	13.11.2011
2	0,8	0,5	1,1	70	Хорошо	13.11.2011
3	1,1	1,5	1,8	71	Хорошо	13.11.2011
4	1,3	2,7	1,8	72	Хорошо	13.11.2011
5	2,5	2,1	1,2	73	Хорошо	13.11.2011
6	1,3	1,2	1,3	74	Хорошо	13.11.2011
1	1,7	1,6	1,3	119	Хорошо	14.08.2012
2	1,8	1,8	1,3	120	Хорошо	14.08.2012
3	1,0	1,0	1,8	121	Хорошо	14.08.2012
4	2,2	2,1	1,0	122	Хорошо	14.08.2012
5	1,8	1,1	2,0	123	Хорошо	14.08.2012
6	2,5	1,8	2,1	124	Хорошо	14.08.2012

Рисунок 3.2 – Форма «Агрегат»

Формування та створення запитів

Створимо запити, для обробки інформації, яка міститься в таблиці.

При введенні позиції агрегату і дати виміру (рис.3.3, 3.4), виводиться вся інформація, що цікавить нас інформація з даного виміру (рис.3.5).\

Рисунок 3.3 – Введення параметра «Позиція агрегату»

Рисунок 3.4 – Введення параметра «Дата виміру»

Позиция агг -	№ точки -	Вертикальная составляющая -	Поперечная составляющая -	Осевая составляющая -	Заключение о замере -	Дата замер -
314 A	1	1,1	2,1	2,2	Хорошо	18.03.2011
314 A	2	2,2	2,4	1,8	Хорошо	18.03.2011
314 A	3	2,4	1,2	2,5	Хорошо	18.03.2011
314 A	4	1,3	1,5	1,1	Хорошо	18.03.2011
314 A	5	1,5	1,6	1,1	Хорошо	18.03.2011
314 A	6	3,1	2,5	2,6	Хорошо	18.03.2011
314 A	7	1,9	1,7	1,5	Хорошо	18.03.2011
314 A	8	1,6	2,1	1,8	Хорошо	18.03.2011

Рисунок 3.5 – Висновок результатів запиту

Створення звіту

Звіти бази даних призначені для виведення даних на принтер (принтер). У звіті виводяться дані про проведений вимірі включають в себе: позицію агрегату, дані за складовими точок виміру, дата виміру і висновок фахівця про роботу агрегату (рис.3.6).

На рис.3.7 звіт створено на основі запиту 2. Інформація згрупована по позиції агрегату і датою виміру, представлені проміжні і основні підсумки.

а)

б)

Рисунок 3.6 а, б – Введення установок для формування звіту

Отчет по замеру						
Позиция	Дата замера	№ точки	Вертикальная	Поперечная	Осевая	Заключение
Д-2	Март 2011					Хорошо
		1	0,3	0,3	0,8	
		2	0,3	0,4	0,9	
		3	1,5	1,2	1,4	
		4	1,6	1,2	1,6	

Рисунок 3.7 – Кінцева форма звіту

Звіти мають стандартне оформлення та містять елементи, характерні для друкованих документів (номера сторінок, службова інформація про час створення звіту і т. П.).

3.2 Розробка мікропроцесорної системи

Розробка структурної схеми мікропроцесорної системи

Склад мікропроцесорної системи

Структурна схема мікропроцесорної системи показана на рис. 3.8.

Дана мікропроцесорна система складається з наступних блоків: мікроконтролер, ОЗУ, аналого-цифровий перетворювач, пристрій індикації та інших.

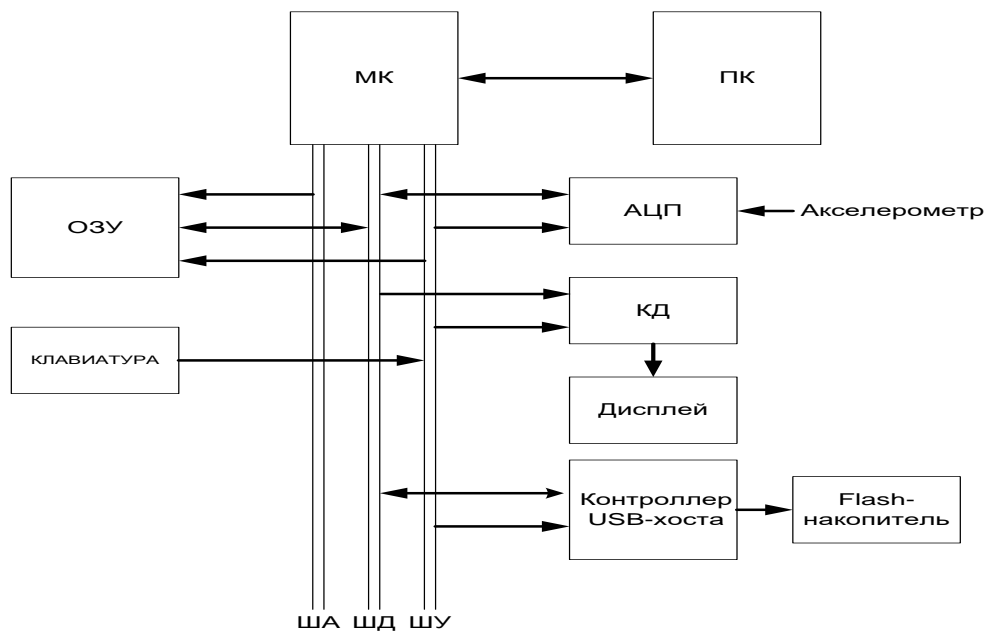


Рисунок 3.8 – Структурна схема мікропроцесорної системи пристрою

Аналоговий сигнал з датчика надходить на вхід аналого-цифрового перетворювача. Аналого-цифровий перетворювач служить для перетворення аналогового сигналу в цифровий код, з яким оперує мікроконтролер.

Мікроконтролер звертається до АЦП через адресний простір ОЗУ. Зчитує інформацію з виходів АЦП, заносить її в комірку пам'яті ОЗУ.

ОЗУ служить для тимчасового зберігання інформації, одержуваної з датчиків, і проміжних результатів розрахунків мікроконтролера.

Програмне забезпечення системи зберігається в ПЗУ (постійному запам'ятовуючому пристрої).

Програма, яка зберігається в ПЗУ передбачає наступні операції системи:

- а) Обчислення часу між вимірами по зворотному частоті ротора і стандарту дозволу FFT;
- б) Запис пакетів миттєвих значень віброприскорення і виброшвидкості
- в) Обчислення СКЗ віброшвидкості;
- г) Індикація СКЗ віброшвидкості;
- д) Управління аналогово-цифровим перетворенням аналогового сигналу;
- е) Передача даних на ПК;
- ж) Прийом керуючих команд з ПК;
- з) Запис даних на Flash-накопичувач.

Адресація пристроїв

Адресний простір розподілено наступним чином.

Адреси 0000h-7FFFh належать оперативному запам'ятовуючому пристрою яке має ємність 32 кілобайт.

Адреса 8000h належить осередку АЦП, в якій зберігається миттєве значення віброприскорення.

Адреси 8001h належить осередку АЦП, в якій зберігається миттєве значення віброшвидкості.

Розробка алгоритму роботи

Блок-схема алгоритму роботи

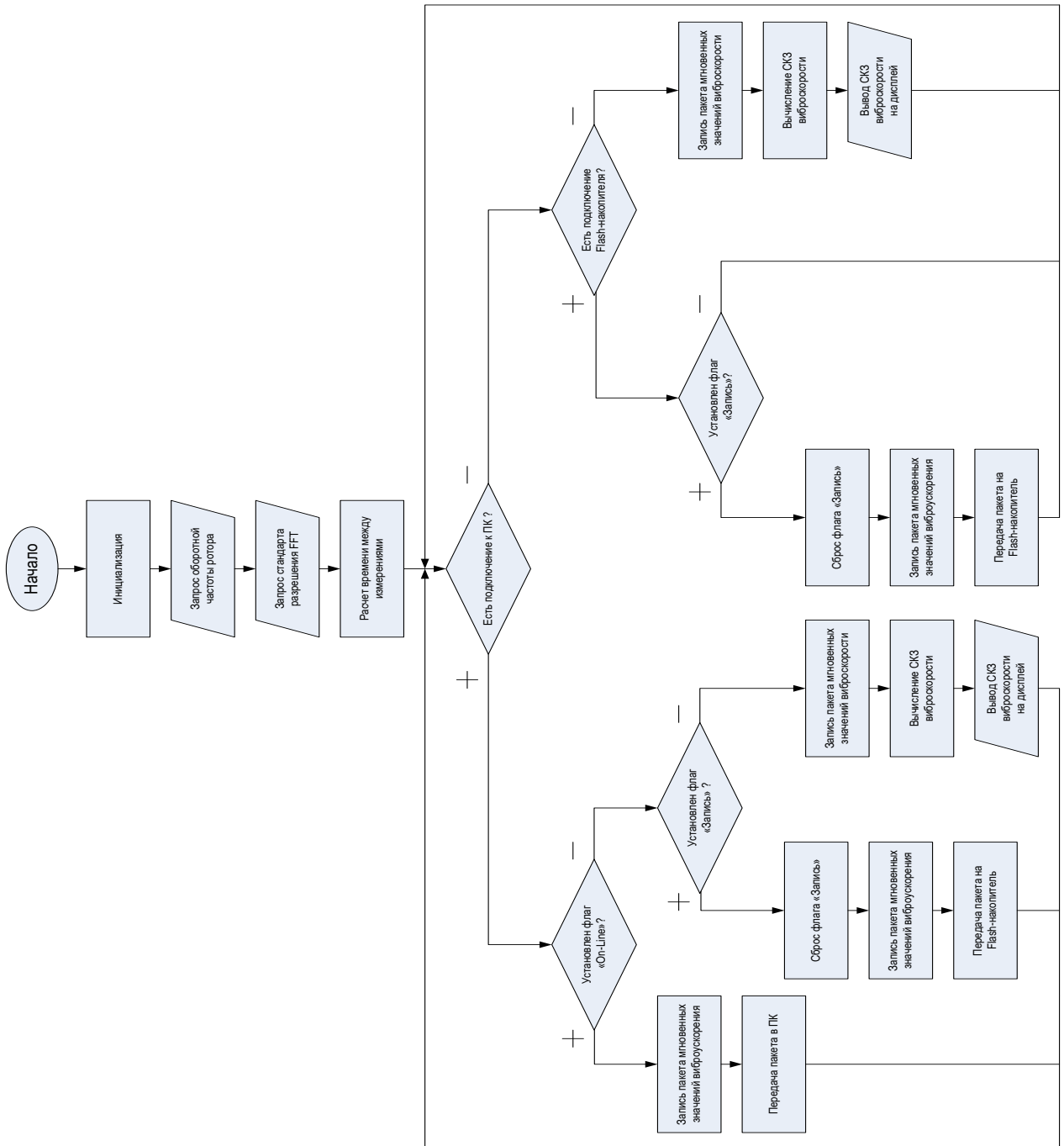


Рисунок 3.9 – Блок-схема алгоритму роботи

При включенні системи відбувається загальний скидання системи. Програма починається з ініціалізації системи. На цьому етапі відбувається настройка контролера дисплея через послідовний - периферійний інтерфейс (SPI), очищення ОЗУ (тому що ОЗУ є енергонезалежною), настройка таймера на обслуговування підпрограм записи пакета миттєвих значень віброприскорення, настройка контролера клавіш шляхом установки бітів в спеціальних регістрах, настройка послідовного інтерфейсу UART і порту 4 в режим прийнятний для роботи з хост-контролером інтерфейсу USB, запис керуючих слів для настройки хост-контролера інтерфейсу USB, настройка USB інтерфейсу .

Після ініціалізації системи відбувається запит зворотному частоти ротора і стандарту дозволу FFT. Введення цих даних через клавіатуру і коригується в процесі роботи через ПК урез інтерфейс USB. Після цього відбувається вибір часу між вимірами.

Подальший алгоритм роботи пристрою забезпечує функціонування чотирьох режимів.

Режими роботи:

а) Режим «віброметр

У цьому режимі відбувається запис пакета цифрових кодів з другого каналу АЦП (миттєве значення віброшвидкості), після того як пакет зібраний викликається підпрограма обчислення середнього квадратичного значення віброшвидкості. Отримане значення множиться на коефіцієнт перетворення акселерометра, перекладається в десяткову систему числення і відображається на дисплеї. Їли не встановлені прапори «On-Line» або «Запис» процес повторюється. В даний режим пристрій переходить за замовчуванням.

б) Режим запису на Flash-накопичувач

Після виявлення підключеного Flash-накопичувача відбувається перевірка прапора «Запис», якщо прапорець встановлений то пристрій переходить в режим запису на Flash-накопичувач.

При переході в даний режим автоматично відбувається скидання прапора «Запис». Далі відбувається виклик підпрограми записи пакета миттєвих значень віброприскорення. Оскільки для проведення спектрального аналізу використовується стороннє ПО, формат пакета миттєвих значень віброприскорення регламентований розробниками ПЗ моніторингу та діагностики.

Пакет складається з 4096 або 8192 вимірних значень. Заміри значень віброприскорення виробляються через певні проміжки часу, ця умова виконується за допомогою вбудованого таймера МК і контролюється за допомогою сторожового таймера, який також вбудований в МК. Пакет передається на Flash-накопичувач або ПК у вигляді CSV-файлу.

Для цього перед передачею кожен елемент масиву множиться на коефіцієнт перетворення акселерометра, перекладається в десяткову систему числення, перетворюється в ANSI-кодування.

Першим передається байт 01h (початок заголовка), за ним слідує елементи масиву, після завершення пересилання елемента масиву, відсилається байт 3Bh (крапка з комою).

Після того як всі елементи масиву були передані відсилається байт 04h (перенесення). Структура пакета показана на рис. 3.10.

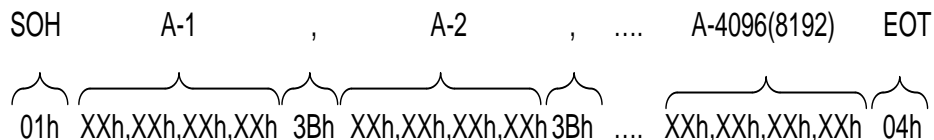


Рисунок 3.10 - Структура пакета

Дані записуються на Flash-накопичувач за допомогою хост-контролера USB. Управління хост-контролера USB здійснюється через послідовний порт UART, шляхом пересилання команд і операндів в диспетчер команд.

в) Режим запису на ПК

Після виявлення підключеного ПК відбувається перевірка прапора «Запис», якщо прапорець встановлений, то пристрій переходить в режим запису ПК. При переході в даний режим автоматично відбувається скидання прапора «Запис». Далі відбувається виклик підпрограми записи пакета миттєвих значень віброприскорення. Процес запису пакета миттєвих значень віброприскорення і формат пакета переданого в ПК описаний в попередньому підпункті.

г) Режим «On-line»

Після виявлення підключеного ПК відбувається перевірка прапора «On-line», якщо прапорець встановлений, то пристрій переходить в режим запису «On-line». В даному режим відбувається постійна передача пакетів пакета миттєвих значень віброприскорення.

Вибір параметрів сигналу для діагностики по спектру

а) Число відліків

Сучасні акселерометри дозволяють знімати з числом відліків від 256 до 8192 і більше. Зазвичай, для більш простого перетворення в спектр це число кратно ступеня 2. При цьому в спектрі виходить 100-3200 ліній, так як через проблеми в перетворенні число ліній в спектрі ділять не на 2, а на 2.56.

Для точної діагностики по спектру вибрано число відліків дорівнює 4096 і 8192. При цьому числі відліків число ліній в спектрі дорівнює 1600 і 3200 ліній відповідно. Дані числа

відповідають стандартному ряду дозвіл FFT (200, 400, 800, 1600, 3200, 6400, 12800 ліній). Це дає можливість використання великого вибору ПО для обробки отриманих даних.

б) Верхня частота спектру

Верхня частота спектру вибирається так, щоб отримати 10-20-у гармоніку від оборотної частоти. Для 50 Гц (3000 об / хв) - це буде 1000 Гц. [5] Відповідно до [1], на БКНС використовується Цна з синхронними електродвигунами типу СТД-4000, СТД-1600 і СТД-1250 частота обертання, яких дорівнює 3000 об / хв, тому спектр з верхньої частотою в 1000 Гц підійде для діагностування Цна.

в) Час між відліками

Вибір часу між відліками вибираються у відповідність з табл. – 3.6

Таблиця 3.6 - Параметри сигналу для різних оборотів

Зворотний частота, Гц (об / хв)	Час між вимірами для отримання 1 600 ліній, мс	Час між вимірами для отримання 3200 ліній, мс	Приблизний час вимірювання, з
1 (60)	2	1	8
5 (300)	0.5	0.25	2
10 (600)	0.2	0.1	0.8
25 (1500)	0.1	0.05	0.4
50 (3000)	0.05	0.025	0.2
100 (6000)	0.02	0.01	0.08

Розробка функціональної схеми мікропроцесорної системи

Спряження МК з індикацією

Для спряження МК з індикацією використовується контролер дисплея MAX7221 (рис. 3.11).

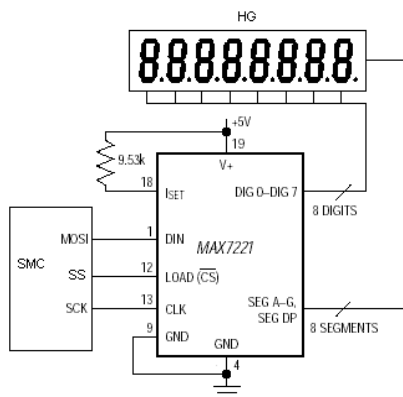


Рисунок 3.11 - Функціональна схема сполучення МК з індикацією

Схема складається з мікроконтролера SMC, контролера дисплея MAX7221 і блоку індикації HG (рисунок 3.10). Контролер управління клавіатурою дозволяє розвантажити мікроконтролер від операцій опитування клавіатури і підтримки зображення на дисплеї.

Передача сигналів між мікро контролером SMC і контролером дисплея MAX7221 здійснюється за допомогою SPI інтерфейсу (послідовний периферійний інтерфейс).

Мікроконтролер SMC ініціює сеанс зв'язку подачею низького рівня на вхід LOAD (CS) контролера дисплея MAX7221. Обидва респондента (провідний і підлеглий) готують дані до передачі в своєму сдвиговому регістрі, при цьому на стороні мікроконтролера SMC генеруються також імпульси синхронізації на лінії SCK. По лінії MOSI здійснюється передача даних від мікроконтролера SMC до контролера дисплея MAX7221. Після закінчення передачі кожного пакета даних мікроконтролер SMC повинен засинхронізувати контролер дисплея MAX7221 шляхом подачі високого рівня на лінію LOAD (CS). Управління лінією SS відбувається не автоматично, дана операція повинна бути виконана програмно перед початком сеансу зв'язку.

Призначення ліній МК AT89C5131:

P1.7 / MOSI - лінія передачі даних;

P1.6 / SCK - сигнал синхронізації;

P1.1 / SS - вибір пристрою.

Призначення ліній контролера дисплея MAX7221:

SEG A-D, SEG DP - вибір сегмента;

DIG 0-7 - вибір індикатора;

DIN - паралельний вхід;

CLK - вхід тактових сигналів;

Iset - установка максимальної яскравості;

CS - вибір пристрою

Спряження МК з Flash-накопичувачем

Використання прямого з'єднання Flash-накопичувача з МК через порт USB не представляється виправданим. Трудовитрати на те, щоб організувати на мікроконтролері USB-хост будуть багаторазово перевершувати основну програму МК (як мінімум потрібно написати драйвер для кожної моделі Flash-накопичувача, драйвер FAT таблиці (щоб мікроконтролер знав про те як розташовуються файли на Flash-накопичувачі). Тому для сполучення МК з Flash-накопичувачем необхідно використовувати хост-контролер USB порту.

Vinculum VNC1L - пристрій з вбудованою інтегральною схемою хост-контролера USB. При підключенні запам'ятовуючих пристроїв великої ємності, таких як flash-накопичувачі USB,

Vinculum прозоро працює з файловою структурою FAT, взаємодіючи через UART, паралельний FIFO або SPI інтерфейс за допомогою простого набору команд.

При використанні в якості порту диспетчера команд інтерфейсу UART, VNC1L очікує, що на його висновок CTS # буде поданий низький рівень. За замовчуванням швидкість передачі даних, яка використовується портом UART, становить 9600 бод, хоча її можна змінити програмно за допомогою однієї з команд порту диспетчера. Стандартний формат даних - 8 біт даних, 1 стартовий біт, 1 стоп-біт, без перевірки парності, з включеним апаратним підтвердженням зв'язку (handshaking) RTS / CTS.

Якщо до USB-порту 2 мікросхеми VNC1L підключений USB flash-накопичувач, VNC1L просканує його і виконає підрахунок вільних секторів.

Це може зайняти кілька секунд в залежності від точного розміру диска.

Під час цього процесу при нормальних обставинах світлодіод на USB flash-накопичувачі буде показувати активність. Також прошивка VNC1L виконує сканування кореневого каталогу в пошуках файлу оновлення прошивки

Схема підключення хост-контролера до МК показана на малюнку 8

TXD - Вихід переданих асинхронних даних;

RXD - Вхід прийнятих асинхронних даних

RTS # - Вхід управління запитом передачі / сигнал управління установленому зв'язку

CTS # - Вхід готовності до прийому / сигнал управління установленому зв'язку

Режим інтерфейсу введення-виведення, задається перемичками на ACBUS5 (висновок 46) і ACBUS6 (висновок 47). Налаштування схеми показана в табл.. - 3.7

Таблиця 3.7 - Вивід вибору порту

ACBUS6 (вивід 47)	ACBUS5 (вивід 46)	Режим
1	1	Послідовний UART
1	0	SPI
0	1	Паралельний FIFO
0	0	Послідовний UART

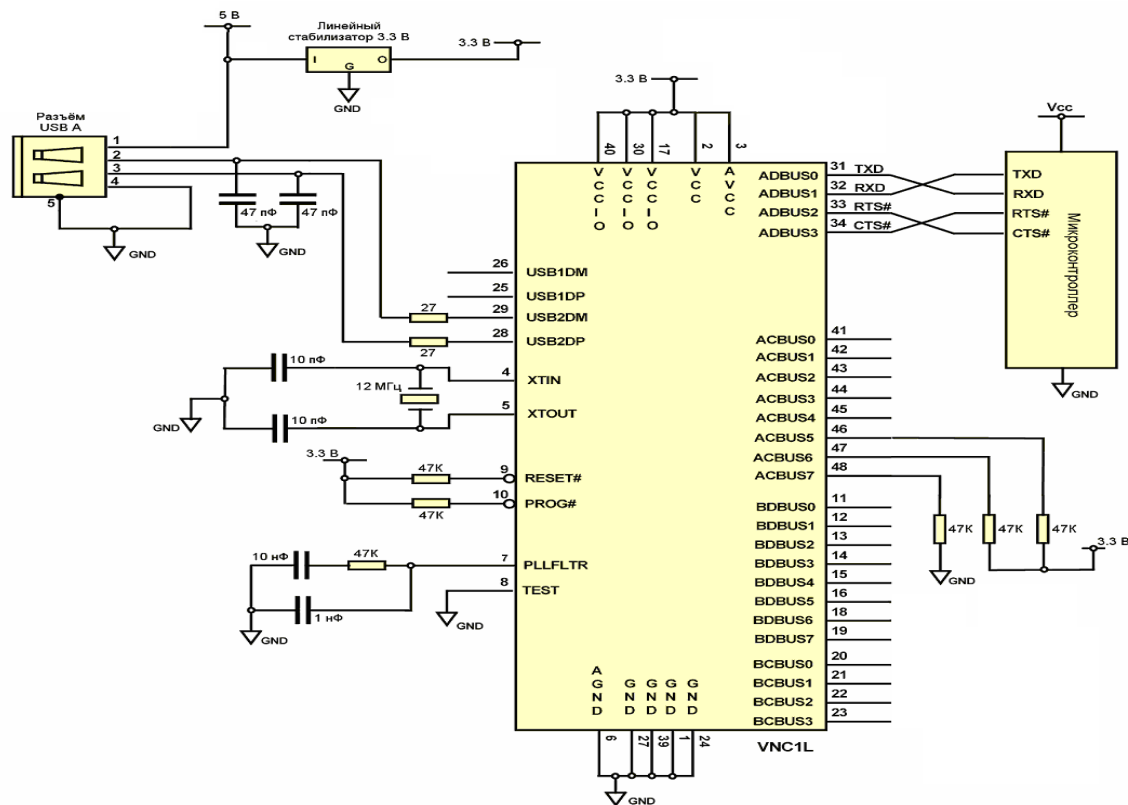


Рисунок 3.12 - Схема підключення хост-контролера до МК

ACBUS7 - Щоб використовувати кварцовий резонатор з частотою 12 МГц з VNC1L, на цей висновок необхідно підключити підтягуючий до землі резистор номіналом 47 Ком. Інакше, підключення на цей висновок підтягує до плюса резистора номіналом 47 Ком вимкне умножитель внутрішнього тактового генератора, дозволяючи пристрою тактіроваться від зовнішнього тактового сигналу 48 МГц, що подається на висновок XTIN.

Спряження МК з ПК

«Сборщик даних» відноситься до класу HID-пристроїв. Згідно зі специфікацією. Це передбачає обмеження швидкості обміну до 64 Кбіт / с, що значно менше, ніж повна швидкість USB-шини - 12 Мбіт / с, хоча для заявленої завдання це цілком достатньо. Також ОС Windows 98/2000 / XP мають вбудовані HID-драйвери, тому необхідність трудомісткої розробки драйвера відпадає.

Інформаційні сигнали і напругу живлення 5 В передаються по чотирижильного кабелю. Для передачі даних по шині використовується диференційний спосіб передачі сигналів D + і D- по двох проводах. Сигнали синхронізації і дані кодуються за методом NRZI. У цьому кодуванні логічна «1» представлена неізменним рівнем протягом бітового інтервалу, а логічний «0» є зміну рівня на протилежний протягом бітового інтервалу.

Для низькошвидкісних і повношвидкісних пристроїв диференціальна "1" передається шляхом підтяжки лінії D + до напруги понад 2,8 В, а лінії D- до напруги менше 0,3 В. При

цьому лінії D + і D- термінують на стороні хоста (низхідного потоку) резисторами 15 кОм1, підключеними до землі. Швидкість, яка використовується пристроєм, підключеним до конкретного порту, визначається хабом за рівнями сигналів D + м D-, смещаемих навантажувальними резисторами приймачів: пристрої з низькою швидкістю "підтягують" до високого рівня лінію D-, з повною - D +. Підключення LS-пристрою показана на рис. 3.13.

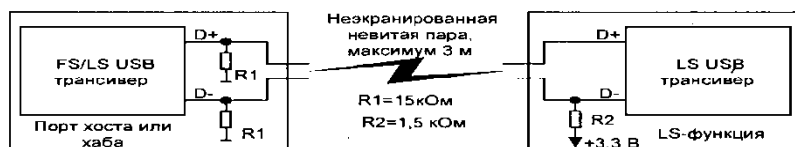


Рисунок 3.13 - Підключення LS-пристрої

Диференціальний 0 передається шляхом підтяжки лінії D + до напруги менше 0,3 В, а лінії D- до напруги понад 2,8 В. Приймач визначає диференціальну одиницю тільки в тому випадку, коли напруга на лінії D + більше на 200 мВ, ніж на лінії D-, а диференційний 0 - коли напруга на лінії D + менше на 200 мВ, ніж на лінії D-.

Контролер AT89C5131 містить спеціальний апаратний модуль, котрий дозволяє мікропроцесору забезпечувати обмін даними по USB-інтерфейсу. Для цього необхідні опорні синхроімпульсів з частотою 48 МГц, які виробляються контролером синхронізації, описаному в розділі "контролер синхронізації" повного опису мікроконтролера. Ці синхро імпульси використовуються для формування 12 МГц тактових імпульсів з прийнятого диференціального USB потоку даних і передачі даних на високій швидкості, що відповідає вимогам до USB пристроїв. Відновлення синхроімпульсов виконується цифровою системою ФАПЧ (DPLL).

Блок автоматів послідовного інтерфейсу (SIE) виконує NRZI кодування і декодування, вставку бита, формування бітів перевірки на парність (CRC кодування і декодування) і послідовно-паралельне перетворення даних.

Універсальний функціональний інтерфейс (UFI) контролює інтерфейс між потоком даних і двухпортовою пам'яттю, а також інтерфейс безпосередньо з C51 обчислювальним ядром.

Структурна схема апаратної частини USB контролера показана на рис. 3.14.

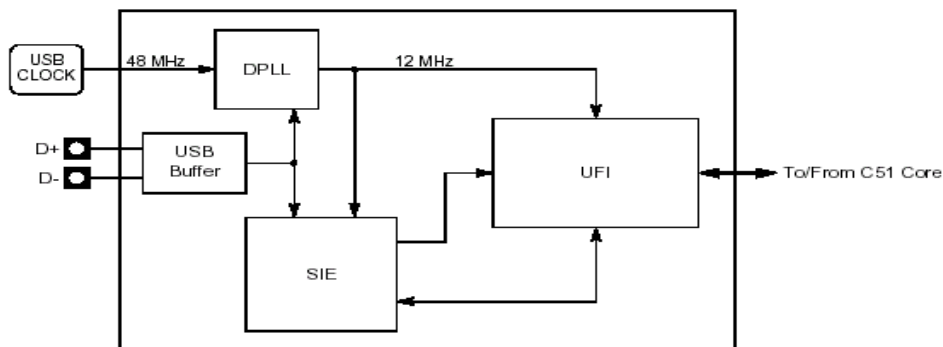


Рисунок 3.14 - Структурна схема апаратної частини USB контролера

Контролер синхронізації

USB контролер синхронізації тактується діленими синхро імпульсами системи ФАПЧ. Коефіцієнт розподілу задається бітами USB_{CD1:0} регістра в USBCLK. На малюнку 47 показаний USB контролер синхроімпульсов і формула для розрахунку коефіцієнта ділення. Частота USB контролера синхронізації завжди повинна дорівнювати 48 МГц.

Структурна схема USB задає показана на рис. 3.15.

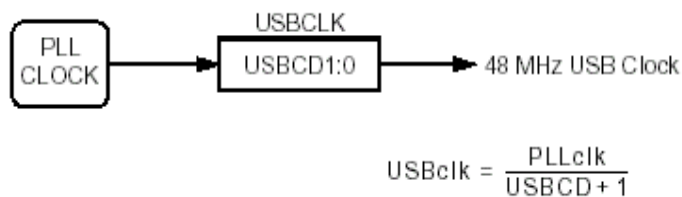


Рисунок 3.15 - USB задає генератор

Автомат послідовного інтерфейсу (SIE)

SIE виконує наступні функції:

- NRZI кодування і декодування даних
- Вставку і витяг біта
- CRC кодування і декодування
- Автоматичне формування сигналів ACK і NACK
- Ідентифікацію типу передавача
- Контроль адрес
- Відновлення синхроімпульсов (за допомогою DPLL)

Функціональний інтерфейсний модуль (UFI) забезпечує інтерфейс між мікропроцесорами і SIE. Він керує обміном на пакетному рівні з мінімальними програмними витратами, які виконують запис і зчитування FIFO-буфера кінцевої точки [56].

Підключення клавіатури

Контролер AT89C5131 містить інтерфейс підключення клавіатури з генерацією переривання на порте P1 (8 розрядів). Інтерфейс клавіатури працює з ядром C51 через 3 спеціальних регістру функції: KBLS, регістр вибору рівня клавіатури, KBE, регістр дозвіл переривання, і KBF, регістр прапора клавіатури. Схема інтерфейсу клавіатури показана на рис. 3.16.

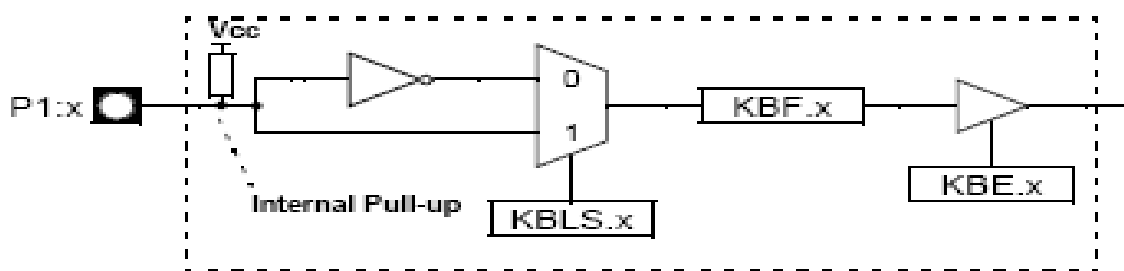


Рисунок 3.16 - Схема інтерфейсу клавіатури

Входи розглядаються як 8 незалежних джерел переривання. Переривання маскуються бітом в регістрі KBE (KBE в ІЕх). Кожен вхід здатний виявити натискання клавіші, якщо на вхід надходить або високий, або низький рівень протягом 24 періодів резонатора. Якщо KBLS.x встановлений то вхід реагує на високий рівень, якщо ж KBLS.x скинутий то вхід реагує на низький рівень. При виявленні рівня встановлюється прапор KBF.x, який може бути замаскований програмним забезпеченням, через біти KBE.x.

Розробка принципової схеми мікропроцесора

Дана система розроблена на основі ОМЕВМ AT89C5131 (Atmel). Мікроконтролер - пристрій, призначений для виконання обчислювальних операцій, формування сигналів управління, виконана на одному кристалі. Принципова схема мікропроцесорної системи приведена нижче:

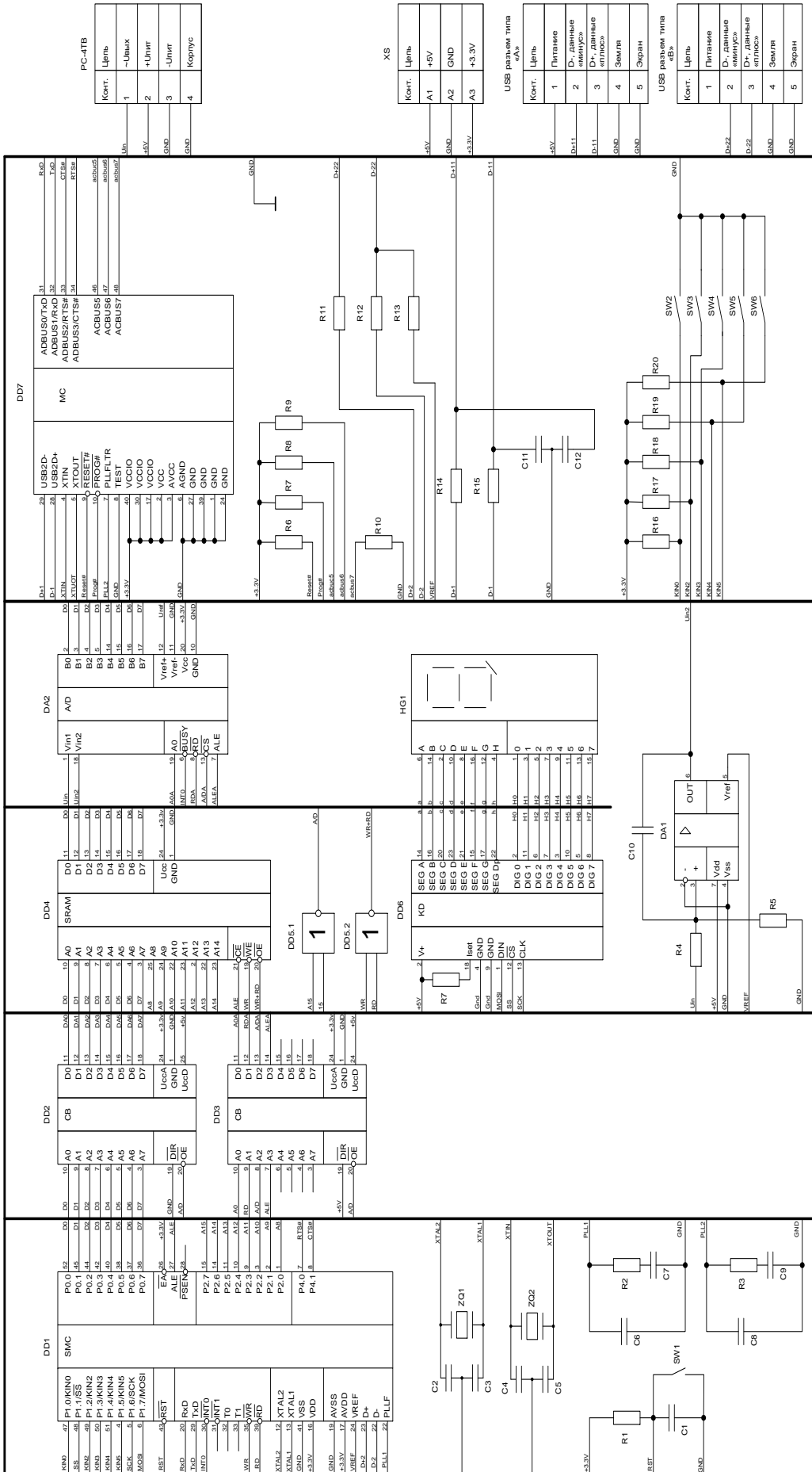


Рисунок 3.16 – Принципова схема мікропроцесорної системи

Специфікація елементів наведена нижче:

Таблиця 3.8 - Специфікація елементів

Позначення	Найменування
DD1	AT89C5131
DD2, DD3	SN74LVCC3245A-EP
DD4	FM18L08
DD6	MAX7221
DD7	Vinculum VNC1L
DA1	MCP6021
DA2	ADC08062
HG	KP531JE7
DD5	SSOP-B14
R1-R20	ОМЛТ 0,125
C1-C12	K21-9

Мікроконтролер AT89C5131 (Atmel)

Мікроконтролер AT89C5131 містить всі вузли, необхідні для автономної роботи:

а) Ядро 80C52X2 (6 тактів на інструкцію)

- максимальна частота ядра 40 МГц в режимі X1
- подвійний показчик даних
- повнодуплексний покращений УАПП (УУАПП)
- три 16-розрядних таймера-лічильника: T0, T1 і T2
- 256 байт сверхоперативной пам'яті
- 32-кБ вбудованої флеш-пам'яті з внутрісхемним програмуванням через USB або УАПП
- 4 кБ ЕППЗУ для завантажувального сектора (3 кБ) і даних (1 кБ)
- Вбудований розширене ОЗУ (XRAM) 1024 байт

б) Модуль USB з перериванням на завершення передачі

- Кінцева точка 0 для управління передачею: 32 байтний буфер FIFO
- 6 програмованих кінцевих точок з напрямками введення і виведення і з відображенням:

масовий, переривчастий і ізохронний

а) Кінцеві точки 1, 2, 3: 32-байтний буфер FIFO

б) Кінцеві точки 4, 5: розмір буфера FIFO 2 x 64-байта з подвійною буферизацією (режим Ping-pong)

в) Кінцева точка 6: 2 x 512-байтний буфер FIFO з подвійною буферизацією (режим Ping-pong)

- Переривання по припиненню / відновлення
- Скидання при подачі живлення і скидання USB шини

- Генерація 48 МГц схемою ФАПЧ для повно швидкісного функціонування шини
- Роз'єднання USB шини за запитом мікроконтролера
- в) 5 каналний програмований рахунковий масив (PCA) з 16-розрядних лічильником, швидкодіючим виходом, порівнянням / захопленням фронтів, функціями ШІМ і сторожового таймера
- г) Програмований сторожовий таймер (одноразово дозволяє після скидання): від 50 мс 6 с при 4 МГц
- д) Інтерфейс підключення клавіатури з генерацією переривання на порте P1 (8 розрядів)
- е) SPI інтерфейс (режим головний / підлеглий)
- ж) 34 лінії введення-виведення
- з) 4 виведення для підключення світлодіода з програмованим джерелом струму: 2-6-10 мА типово
- і) 4-рівнева система переривань з пріоритетами (11 джерел)
- к) Режими холостого ходу і економічний
- л) Вбудований генератор 0 ... 32 МГц з аналоговою схемою ФАПЧ для синтезу 48 МГц
- м) Стабілізатор напруги і вихід опорного джерела: 3.3В / 4 мА

Система команд MCS-51 містить 111 базових команд з форматом 1,2 або 3 байт. Реалізована побітова, потетрадного (4 біта), побайтова (8 біт) і 16-розрядна обробка даних. Двобайтові дані використовуються тільки регістром-показчиком (DPTR) і лічильником команд (PC). Слід зазначити, що регістр-показчик даних може бути використаний як багатобайтових регістр DPTR або як два одnobайтових регістра спеціального призначення DPH і DPL. Лічильник команд завжди використовується як багатобайтових регістр. Набір команд MCS-51 має 42 мнемонічних позначення команд для конкретизації 33 функцій цієї системи.

Блок-схема мікросхеми показані на рис. 3.18. Умвне графічне позначення мікросхеми показано на рис. 3.19.

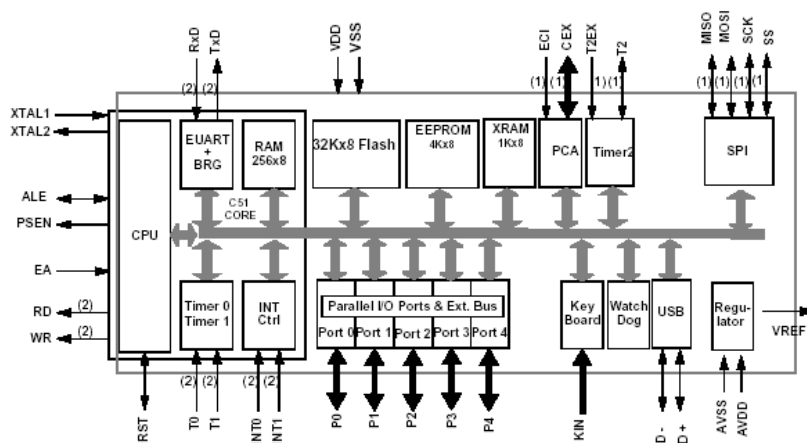


Рисунок 3.18 - Блок-схема мікросхеми

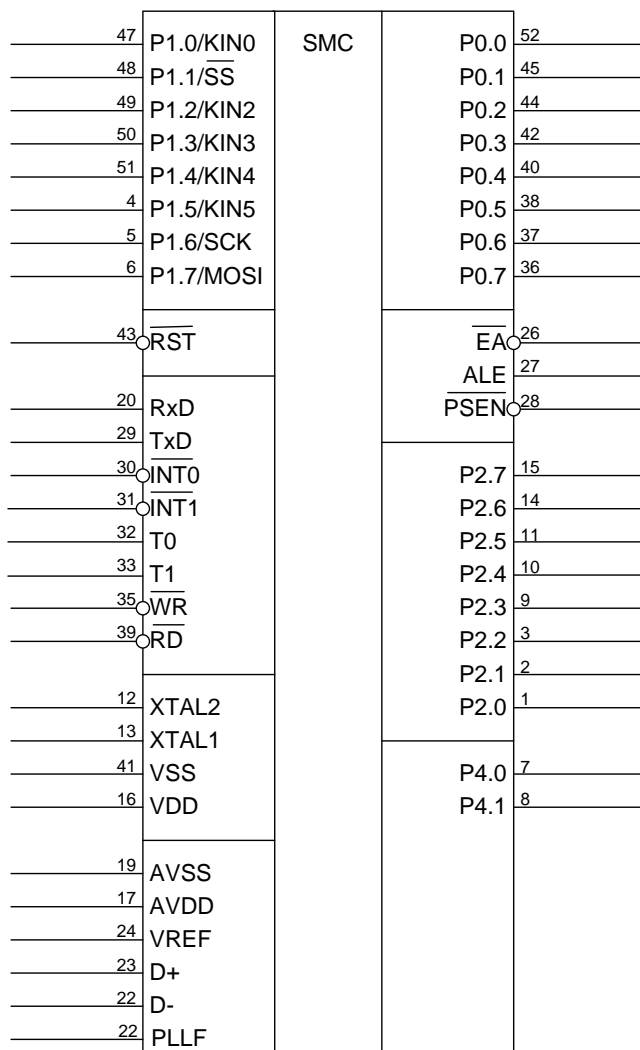


Рисунок 3.19 - Умовне графічне позначення мікросхеми

Технічні характеристики AT89C5131:

- число висновків - 48;
- харчування - + 3В - + 3.6В;
- тактова частота 12-40 МГц;
- споживана потужність - 0,2 Вт;
- діапазон робочих температур - -40 - + 85° С (промислова версія);
- число портів введення-виведення 5;
- розрядність шини даних - 8;
- розрядність шини адреси - 16;

Корпуси: PLCC52, VQFP64, MLF48, SO28 [National Semiconductor].

Мікросхема контролера дисплея MAX7221 (Maxim)

Мікросхема MAX7221 є компактим драйвером світлодіодних індикаторів з загальним катодом з послідовним інтерфейсом введення / виведення, призначеними для узгодження

мікропроцесора з 7-ми сегментними цифровими LED індикаторами, що складаються з 8-ми розрядів і менш, графічними дисплеями, або з 64 окремими світлодіодами. Мікросхема містить вбудований BCD декодер коду - В, ланцюги скануючого мультиплексування, драйвери сегментів і розрядів, і статичну RAM 8 x 8, яка зберігає значення кожного розряду. Для установки струму всіх сегментів LED необхідне підключення всього одного зовнішнього резистора. Мікросхема MAX7221 сумісна зі стандартами SPI™, QSPI™, і Microwire™, і має обмежену швидкість наростання напруги драйверів сегментів для зниження випромінювання ЕМІ.

Зручний 3-х провідної послідовний інтерфейс узгоджується з усіма поширеними мікропроцесорами. Кожен з розрядів індикатора має незалежну адресацію і його вміст може бути оновлено без необхідності перезапису всього індикатора. Мікросхема MAX7221, також, дозволяють користувачеві визначати режим декодування кожного розряду («декодування коду - В», чи «не декодувати»).

Пристрої мають режим відключення / Shutdown з споживаним струмом 150 мкА, аналогового і цифрового управління яскравістю, обмежувач сканування сегментів від 1 до 8, і тестовий режим, примусово включає всі LED сегменти.

Мікросхема хост-контролера Vinculum VNC1L (FTDI)

VNC1L - мікросхема двоканального USB хост-контролера, що містить необхідні USB-інтерфейси, 8/32-розрядний V-MCU-ядро, 4KB SRAM-пам'яті даних і 64KB Flash-пам'яті програм. При підключенні до VNC1L таких зовнішніх запам'ятовуючих пристроїв, як USB Flash-накопичувачі, контролер прозоро взаємодіє з файловою системою FAT, оперуючи через UART, SPI або паралельний FIFO-інтерфейс за допомогою власного найпростішого набору команд. Кожен з двох USB-портів може бути окремо налаштований для виконання функцій хоста / пристрої за допомогою вбудованого у внутрішній Flash-пам'яті.

Апаратні характеристики, блок-схема мікросхеми хост-контролера Vinculum VNC1L:

Апаратні характеристики:

- Пристрій з вбудованою інтегральною схемою USB-хоста / веденого в одній мікросхемі;
- Повна обробка протоколу USB мікросхемою;
- 8/32-розрядний ядро V-MCU;
- Використання парних DMA-контролерів для апаратного прискорення;
- Вбудований множитель тактової частоти з 12 МГц до 48 МГц;
- Інтегрована схема скидання по включенню живлення з додатковим входом RESET #;
- Вбудована Flash пам'ять програм обсягом 64 Кбайт;
- Внутрішнє статичне ОЗУ даних об'ємом 4 Кбайт;

- Набір стандартних прошивок, що поставляються FTDI;
- Програмування або оновлення прошивки за допомогою USB flash-накопичувача або через інтерфейс UART;
- Вхід PROG # для управління перепрограмуванням;
- Два незалежних порту USB-хоста / веденого, що підтримують специфікацію USB 2.0 для інтернету низької і повношвидкісного режимів, з інтегрованими підтягуються резисторами;
- Чотири повністю налаштовуються шини введення / виводу даних і управління;
- Режим інтерфейсу UART для введення / виведення даних, програмування і інтерфейсу диспетчера команд;
- Режим інтерфейсу FIFO з 8-розрядної двобічної шиною даних і простим 4-провідним управлінням зв'язком (handshake) для введення / виведення даних і інтерфейсу диспетчера команд;
- Режим веденого інтерфейсу SPI для введення / виведення даних і інтерфейсу диспетчера команд;
- До 28 висновків інтерфейсу GPIO для введення / виведення даних і інтерфейсу диспетчера команд;
- Взаємодія з мікропроцесором (MCU) / ПЛУ (PLD) / ПЛІС (FPGA) через інтерфейс UART, FIFO або SPI;
- Підтримка переходу в режим очікування і пробудження з нього;
- Підтримка конфігурацій пристрою з живленням від шини, самостійним харчуванням від окремого джерела і потужнострумівих живленням від шини USB;
- Робота від харчування 3.3 В при 5 В-сумісних висновках;
- Низьке споживання при роботі (25 мА) і в режимі очікування (2 мА);
- Повна відповідність специфікації USB 2.0 - сумісність з USB-пристроєм хоста і веденого з (12 Мбіт / с) і низькошвидкісних (1.5 Мбіт / с) режимами USB.
- Діапазон робочих температур від -20 ° С до 70 ° С;
- Можна користуватися в компактному, що не містить свинцю 48-вивідному корпусі LQFP (згідно RoHS).

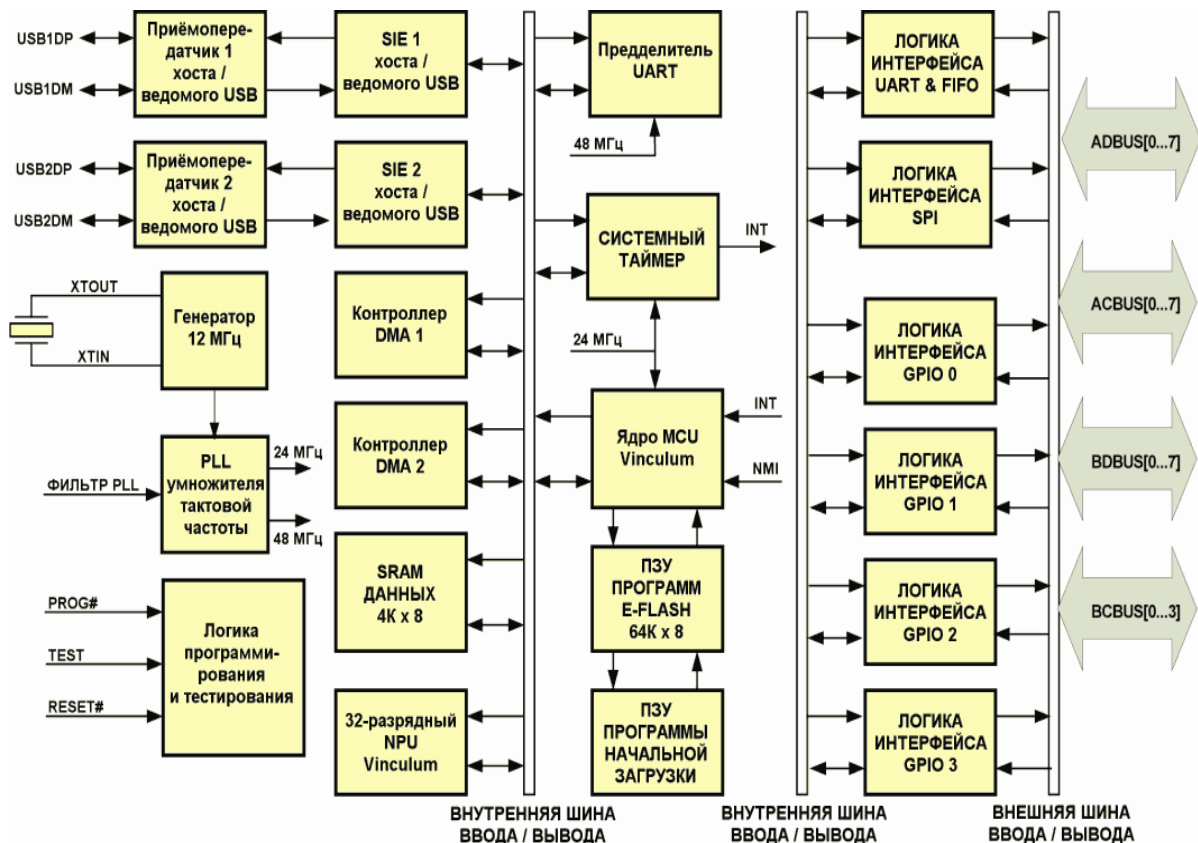


Рисунок 3.20 - Блок-схема мікросхеми хост-контролера Vinculum VNC1L

Опис функціональних блоків:

- Приемач 1 і 2 USB-хоста / веденого - два USB-приемач забезпечують фізичний інтерфейс з USB 1.1 або повношвидковим USB 2.0 хостом або веденим USB-пристроєм. Їх вихідні драйвери забезпечують передачу сигналів з керуванням швидкістю наростання вхідної напруги до рівня 3.3 В, в той час як диференційний приемач і два односторонніх приемача забезпечують прийом даних з шини USB. Обидва приемач мають внутрішні підтягує резистори.

- Блоки послідовного інтерфейсу (Serial Interface Engine - SIE) хоста / веденого USB - обробляють перетворення фізичного рівня USB з паралельного в послідовний і навпаки, включаючи бітстафінг і дестафінг (бітове наповнення і видалення наповнює біта), генерацію і перевірку CRC, генерацію кадру USB і перевірку помилок.

- Генератор тактової частоти 12 МГц - генерує від зовнішнього кварцового резонатора номіналом 12 МГц вхідні опорну частоту для PLL (Phased-Locked Loop - схема фазового автопідстроювання частоти) умножителя тактового генератора.

- PLL умножителя тактового генератора - отримує на вході від осередку генератора 12 МГц і генерує опорні тактові сигнали з частотами 24 МГц і 48 МГц, які використовуються блоками USB SIE, ядром MCU, системним таймером і блоком предделителя UART.

- Логіка програмування і тестування - цей блок відповідає за перепрограмування вбудованої Flash-пам'яті. Коли висновок PROG # притягнутий до низького рівня і пристрій знаходиться в стані скидання, вбудована Flash пам'ять ігнорується внутрішнім апаратним загрузчиком (BootStrap Loader ROM), яке містить код, що дозволяє перепрограмувати пам'ять Flash за допомогою команд, що передаються через UART. FTDI пропонує службову програму, яка дозволяє перепрограмувати VNC1L за допомогою цього методу. Висновок TEST використовується виробником для тестування різних внутрішніх блоків, і в звичайних умовах повинен бути притягнутий до землі (GND).

- Контролери DMA 1 і 2 - пара DMA-контролерів в VNC1L значно збільшують продуктивність, дозволяючи контролерам USB SIE, UART, FIFO і SPI передавати дані між собою через SRAM даних з мінімальним навантаженням на MCU.

- SRAM даних - цей блок розміром 4К x 8 біт діє як пам'ять даних (або змінних).

- Математичний співпроцесор (Numeric CoProcessor - NPU) - більшість операцій MCU Vinculum 8-розрядні, проте є кілька підпрограм, таких як обробка таблиць FAT диска, які використовують 32-розрядну арифметику. Щоб прискорити ці операції, у MCU є спеціально призначений для цього блок 32-розрядної співпроцесора.

- Передільник UART - цей блок забезпечує синхронізацію прийому / передачі для блоку UART. Варіюючи значення предделителя, можна задати швидкість передачі UART в діапазоні від 300 бод до 1 Мбод.

- Системний таймер - забезпечує регулярне переривання для MCU Vinculum, як правило, з інтервалами в 1 мс. Воно використовується MCU для забезпечення тайм-аутів і інших функцій синхронізації.

- Ядро MCU Vinculum - це ядро VMCU, засноване на 8-розрядної архітектури вбудованого MCU (EMCU), запатентованої FTDI. VMCU має гарвардську архітектуру, тобто розділене простір коду і даних, і підтримує 64 Кбайт програмного коду,

64 КБ (розділеного на сторінки) простору даних і 256 байт простору введення / виводу. Воно використовує технологію "поліпшеного CISC" - в більшості випадків команди VMCU замінили б кілька рядків коду в традиційних CISC або RISC процесорах, досягаючи продуктивності, подібну RISC, в CISC-архітектурі, з перевагою над обома в відмінному зменшенні програмного коду.

- E-Flash ПЗУ програм - VNC1L має 64 Кбайта вбудованої Flash-пам'яті (E-Flash). Для програмування вбудованої E-Flash не потрібно ніяких спеціальних напруг програмування, оскільки вони забезпечуються всередині самого кристала. Основні способи програмування E-Flash (обидва під управлінням MCU) через UART, підтягуючи висновок PROG # до низького рівня і скидаючи пристрій, або за допомогою USB flash-накопичувача.

- ПЗУ програми початкового завантаження - це невеликий блок апаратно записаного ПЗУ (512 X 8 бітів), яке ігнорує основну пам'ять E-Flash, коли висновок PROG # притягнутий до низького рівня. Це забезпечує кошти програмування всієї пам'яті E-Flash через інтерфейс UART. - Логіка UART і FIFO - вони забезпечують додатковий послідовний і паралельний інтерфейси з VNC1L, еквівалентні інтерфейсів на виробках з перетворювачами UART / FIFO в USB (FT232 і FT245 від FTDI). - Блоки GPIO - висновки універсального інтерфейсу введення / виводу.

Мікросхема ADC08062 (National Semiconductor)

Мікросхема ADC08062 - аналого-цифровий перетворювач, призначений для перетворення аналогових сигналів з датчика в 8 - розрядний цифровий код. Має 2 мультиплексованих входу підключення аналогового сигналу. Вона побудована таким чином, що АЦП забезпечує основні умови сполучення з МК, а саме:

- а) довжина цифрового слова (число розрядів) на виході перетворювача відповідає довжині слова базових типів вітчизняних БІС МК;
- б) управління його роботою здійснюється безпосередньо за сигналами від МП з мінімальними апаратними та програмними витратами;
- в) тимчасові характеристики АЦП добре збігаються з тимчасовими характеристиками більшості типів БІС МК;
- г) цифрові виходи перетворювача допускають підключення до вхідних портів і шині даних МК.

По відношенню до МК мікросхема АЦП може використовуватися як статична пам'ять з довільною вибіркою, пам'ять зі зчитуванням.

Логічні схеми управління і синхронізації регламентують весь процес перетворення і узгодження АЦП із зовнішніми пристроями. З їх допомогою при появі зовнішніх сигналів \overline{RD} і \overline{CS} формуються сигнали внутрішнього управління: скидання, почала перетворення, управління буферним регістром і вихідним сигналом \overline{BUSY} .

За сигналом скидання АЦП встановлюється в початковий стан, при якому в РПП записаний код 10 ... 00. За сигналом початку перетворення запускається внутрішній асинхронний ГТВ, обслуговуючий процес перетворення і обміну даними.

При тимчасовому збігу сигналів, \overline{RD} , \overline{CS} і \overline{BUSY} формується сигнал управління регістром з логікою на три стани. Внутрішній ГТВ побудований таким чином, що по сигналу запуску перший же негативний перепад ТИ встановлює старший розряд у відповідний стан, після чого без додаткових тимчасових витрат починається обробка інформації в другому розряді і т. д.

Мікросхема ОЗУ FM18L08 (RamTron)

Як ОЗУ обрано мікросхема FM18L08, сумарною інформаційної ємності 32 Кбайт. В мікросхемі інтегрований регістр-клямка для фіксації адреси, адреса фіксується по спаду сигналу на вході РС. ОЗП призначений для тимчасового зберігання даних - керуючих слів, прийнятих з верхнього рівня і показань, знятих з датчика.

Мікросхема перетворювача логічного рівня SN74LVCC3245A-EP (Texas Instr.)

Прилад з двома напругами харчування розроблений для асинхронної передачі між двома шинами або приладами, що діють при різній напрузі живлення. Цей прилад використовують два напруги живлення: VCCA, щоб забезпечити інтерфейс з боку А і VCCD, щоб забезпечити інтерфейс з боку D. У двонапрямлених перетворювачах рівня дані передаються від А до D або від D до А залежно від рівня логічного сигналу на виводі DIR. У приладах, що мають вхід сигналу управління активністю (OE) шини А і D переходять в високоомне стан, якщо на вхід OE поданий неактивний сигнал.

Розрахунок споживаної потужності і вибір харчування

Розрахунок споживаної потужності системи здійснюється за формулою:

$$P_{\text{пот.мах}} = \Sigma P_{\text{д}} + \Sigma P_{\text{а}}, \quad (3.1)$$

де $\Sigma P_{\text{д}}$ – сумарна потужність, споживана усіма мікросхемами пристрої,
 $\Sigma P_{\text{а}}$ - сумарна потужність, споживана усіма аналоговими елементами.

Таблиця 3.9 - Потужність елементів

Найменування	Назва	Кількість	$P_{\text{МАХ}}$, Вт
AT89C5131	SMC	1	0,4
FM18L08	SRAM	1	0,23
MAX7221	KD	1	0,34
KP531JE7	HG	1	0,15
ADC08062	A/D	1	0,23
MCP6021	Операц.усіліт.	1	0,17
SSOP-B14	Лог.елем. «Або»	1	0,18
ОМЛТ 0,125	резистори	20	20x0,125
K21-9	конденсатори	12	12x0,125
SN74LVCC3245A-EP	У граф. лог. рівня	1	0,15
Vinculum VNC1L	Хост-контролер	1	0,4
$P_{\text{СУММ}}$, Вт			5,5

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ. ЕКОЛОГІЯ

В даному розділі проведено аналіз потенційних небезпечних та шкідливих виробничих факторів, причин пожеж. Розглянуті заходи, які дозволяють забезпечити гігієну праці і виробничу санітарію. На підставі аналізу розроблені заходи з техніки безпеки та рекомендації з пожежної профілактики. Завданням даної магістерської роботи було аналіз системи вібраційного аналізу динамічних установок. Так як в процесі проектування використовувалося електронне обладнання, то аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих чинників виконується для персонального комп'ютера на якому буде розроблятися/використовуватися розроблена інтелектуальна охоронна система.

4.1 Загальні питання з охорони праці

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

При роботі з обчислювальною технікою змінюються фізичні і хімічні фактори навколишнього середовища: виникає статична електрика, електромагнітне випромінювання, змінюється температура і вологість, рівень вміст кисню і озону в повітрі. Повітря забруднюється шкідливими хімічними речовинами антропогенного походження за рахунок деструкції полімерних матеріалів, які використовуються для обробки приміщень та обладнання. Неправильна організація робочого місця сприяє загальному і локальній напрузі м'язів ший, тулуба, верхніх кінцівок, викривлення хребта і розвитку остеохондрозу.

4.1.2 Організаційно-технічні заходи з безпеки праці

У організації/підприємстві проводиться навчання і перевірка знань з питань охорони праці відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки

знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 N 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за N 231/10511 [75].

Також впроваджені організаційні заходи з пожежної безпеки - навчання і перевірку знань відповідно до вимог Типового положення про інструктажі в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій.

Обов'язковими вимогами враховане наступне:

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

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

– перед допуском до самостійної роботи кожен працівник проходить навчання з питань охорони праці:

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

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

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

4.2 Аналіз стану умов праці

Робота над створенням програмного засобу логічного виводу інформаційної підтримки прийняття рішень з управління небезпечними об'єктами у критичних ситуаціях буде проходити у приміщенні дев'ятиповерхового будинку на 1-ому поверсі. Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером.

4.2.1 Вимоги до приміщень

Геометричні розміри приміщення зазначені у табл. 4.1. Згідно з [76] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 м², а об'єм — не менше 20 м³.

Таблиця 4.1 – Розміри приміщення

Найменування	Значення
Довжина, м	4
Ширина, м	4
Висота, м	3
Площа, м ²	16
Об'єм, м ³	48

Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам. Для зручності спільної роботи з іншими працівниками у кімнаті є диван, стільці та стіл. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами для чого приміщення облаштоване шафою. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення. Для забезпечення потрібного рівня освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі.

4.2.2 Вимоги до організації місця праці

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця (табл. 4.2) нормативним основні вимоги до організації робочого місця за [77] і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність.

Робочий стіл на досліджуваному місці містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомно-поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 750 мм, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам.

Приміщення знаходиться на першому поверсі дев'ятиповерхової будівлі і має об'єм 48 м³, площу – 16 м². У цьому кабінеті обладнане одне місце праці, укомплектоване ПК.

Таблиця 4.2 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	740	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	690	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	660	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	420	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	410	не менше 400
Глибина сидіння, мм	500	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	750	700 ÷ 800

Температура в приміщенні протягом року коливається у межах 20–22°C, відносна вологість — близько 50%. Швидкість руху повітря не перевищує 0,2 м/с. Шум у приміщенні знаходиться на рівні 50 дБА. Система вентилявання приміщення — природна неорганізована, а опалення — централізоване.

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

У приміщенні є електрична мережа з напругою 220 В, яка створює небезпеку ураження електричним струмом. ПК може бути джерелом електромагнітних випромінювань, аерозолів та шкідливих речовин (часток тонеру, оксидів нітрогену та озону).

За ступенем пожежної безпеки приміщення належить до категорії В.

У приміщенні робиться вологе прибирання та провітрювання.

4.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці

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

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

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

Рекомендовано застосування екранних фільтрів, локальних світлофільтрів (засобів індивідуального захисту очей) та інших засобів захисту, а також інші профілактичні заходи наведені в [77].

Роботу за дипломним проектом визнано, таку, що займає 50% часу робочого дня та за восьмигодинної робочої зміни встановлено регламентовану перерву тривалістю 10 хв через кожну годину роботи.

4.3 Виробнича санітарія

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

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

Робота, пов'язана з ЕОП з ВДТ, у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, виконується із забезпеченням виконання [78], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП.

Основними робочими характеристиками персонального комп'ютера є наступні:

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

Робочі місця відповідають вимогам Державних санітарних правил і нормам роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 N 7 [77].

За умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники: несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів виконується у табличній формі (табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативні документи
фізичні			
підвищена температура поверхонь обладнання	експлуатація ЕОМ	2	[76]
підвищена або знижена вологість повітря	-	2	[76]
підвищений рівень напруги електричної мережі, замикання якої може відбутися через тіло людини	-	4	[79], [80]
підвищена напруженість електричного поля	-	2	[81]
недостатність природного світла	порушення умов праці (вимог до приміщень)	2	[82]
недостатнє освітлення робочої зони	порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	3	[83]
підвищена яскравість світла	порушення умов праці (організації місця праці- налагодження моніторів)	1	[83]
понижена контрастність	-	1	[83]
психофізіологічні:			
нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи	4	[78], [83]
фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці- сидіння користувача,) та організації робочого часу - безперервна робота)	2	[78], [83]

4.3.2 Пожежна безпека

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

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

4.3.3 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК виконана як окрема групова трипровідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника.

4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища

4.4.1 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря.

У даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, тому для нього відповідає категорія робіт Іа. Отже

оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають [84] і наведені в табл. 4.4:

Таблиця 4.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

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

Дане приміщення обладнане системами опалення та припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності до [76].

Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [76]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви у роботі співробітників, з метою його провітрювання.

4.4.2 Освітлення

Освітленість приміщення має велике значення при роботі на ПЕОМ. Вона багато у чому визначається колірною і мережевий обстановкою. Для зменшеного поглинання світла стеля і стіни вище панелей (1,5-1,7м). Для забарвлення стіни панелей віддана перевага світлим фарбам.

Основний потік природного світла - зліва.

У проекті, що розробляється, використовувалося суміщене освітлення. У світлий час доби використовувалося природне освітлення приміщення через віконні отвори, в решту часу використовувалося штучне освітлення. Штучне освітлення створюється енергозберігаючими лампами.

Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно проводиться контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє СНіП і для приміщення у світлий час доби достатньо природного освітлення.

Розрахунок освітлення.

Для будівель виробництв світловий коефіцієнт приймається в межах 1/6 - 1/10:

$$\sqrt{a^2 + b^2} \cdot S_b \quad (4.1)$$

Де S_b – площа віконних прорізів, м²;

S_n – площа підлоги, м².

$$S_n = a \cdot b = 16 \text{ м}^2$$

$$S_{\text{вік}} = 1/8 \cdot 25 = 28,8 \text{ м}^2$$

Приймаємо 2 вікна площею $S=3 \text{ м}^2$ кожне.

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями у рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення у темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 4 м, ширина 4 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожні.

Розрахунок штучного освітлення виробляється по коефіцієнтах використання світлового потоку, яким визначається потік, необхідний для створення заданої освітленості при загальному рівномірному освітленні. Розрахунок кількості світильників n виробляється по формулі (4.2):

$$n = \frac{E \cdot S \cdot Z \cdot K}{F \cdot U \cdot M} \quad (4.2)$$

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

S – освітлювана площа, м^2 ; $S = 16 \text{ м}^2$;

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

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

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

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

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

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо $n=1,2$.

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з одного світильника, який складаються з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

4.4 Вентилювання

Обмін повітря здійснюється при наскрізному провітрюванні.

4.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій

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

Заходи безпеки під час експлуатації персонального комп'ютера передбачають:

- правильне організування місця праці та дотримання оптимальних режимів праці та відпочинку під час роботи з ПК;
- експлуатацію сертифікованого обладнання;
- дотримання заходів електробезпеки;
- забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату;
- забезпечення раціонального освітлення місця праці (освітленість робочого місця не перевищувала 2/3 нормальної освітленості приміщення);
- облаштовуючи приміщення для роботи з ПК, потрібно передбачити припливно-витяжну вентиляцію або кондиціонування повітря (об'єм приміщення 16 м³, тому потрібно подати не менш як 30 м³/год повітря).
- Розрахунок захисного заземлення (забезпечення електробезпеки будівлі).
- Загальний опір захисного заземлення визначається за формулою:

$$R_{\text{ззп}} = \frac{R_3 \cdot R_n}{R_n \cdot n \cdot \eta_3 + R_3 \cdot \eta_n}, \quad (4.3)$$

де R_3 - опір заземлення, якими когут бать труби, опори, кути і т.п., Ом;

R_n - опір опори, яке з'єднує заземлювачі, Ом;

n - кількість заземлювачів;

η_3 - коефіцієнт екранування заземлювача; приймається в межах 0,2 ÷ 0,9; $\eta_3 = 0,7$;

η_n - коефіцієнт екранування сполучної стійки; приймається в межах 0,1 ÷ 0,7; $\eta_n = 0,5$.

Опір заземлення визначається за формулою:

$$R_3 = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right), \quad (4.4)$$

де ρ - питомий опір ґрунту, залежить від типу ґрунту, Ом·м;

для піску - $400 \div 700 \text{ Ом}\cdot\text{м}$; приймаємо $\rho = 400 \text{ Ом}\cdot\text{м}$;

l - довжина заземлювача, м; для труб - 2-3 м; $l = 3 \text{ м}$;

d - діаметр заземлювача, м; для труб - 0,03-0,05 м; $d = 0,05 \text{ м}$;

t - відстань від середини забитого в ґрунт заземлювача до рівня землі, м; $t = 2 \text{ м}$.

Тоді опір заземлення дорівнює 110 Ом.

Опір смуги, що з'єднує заземлювачі, визначається за формулою:

$$R_{ш} = \frac{\rho}{2\pi \cdot L} \cdot \ln \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot t^1}, \quad (4.5)$$

де L - довжина смуги, що з'єднує заземлювачі (м) і приблизно дорівнює периметру будівлі: $P_{буд.} = 42 \cdot 2 + 38 \cdot 2 = 160 \text{ м}$; $L = 160 \text{ м}$;

b - ширина смуги, м; $b = 0,03 \text{ м}$;

t_1 - глибина заземлення від рівня землі, м; $t_1 = 0,5 \text{ м}$.

Тоді опір смуги, що з'єднує заземлювачі дорівнює 5,99 Ом

Кількість заземлювачів захисного заземлення визначається за формулою:

$$n = \frac{2 \cdot R_z}{4 \cdot \eta_s}, \quad (4.6)$$

де 4 - допустимий загальний опір, Ом;

2 - коефіцієнт сезонності.

Тоді кількість заземлювачів захисного заземлення дорівнює 79.

Визначаємо, що загальний опір захисного заземлення дорівнює 1,7 Ом

Висновок: дане захисне заземлення забезпечує електробезпеку будівлі, так як виконується умова: $R_{ззп} < 4 \text{ Ом}$.

У приміщеннях не повинно накопичуватися сміття, непотрібний папір, мотлох та ін. речі, які не використовуються у виробничому процесі. У разі виникнення пожежі необхідно повідомити в найближчу пожежну частину, убезпечити інших працівників і по можливості прийняти кроки по запобіганню можливих наслідків та усуненню пожежі.

4.6 Охорона навколишнього природного середовища

4.6.1 Загальні дані з охорони навколишнього природного середовища

Діяльність за темою магістерської роботи, а саме: «Аналіз та розробка програмних засобів інформаційної підтримки прийняття рішень щодо управління небезпечними об'єктами в критичних ситуаціях» в процесі її виконання впливає на навколишнє природне середовище і регламентується нормами діючого законодавства: Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища», Законом України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Законом України «Про відходи», Законом України «Про охорону атмосферного повітря», Законом України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру», Водний кодекс України.

Основним екологічним аспектом у процесі діяльності за даними спеціальностями є процеси впливу на атмосферне повітря та процеси поводження з відходами, які утворюються, збираються, розміщуються, передаються на знешкодження, утилізацію, тощо в ІТ галузі.

Вплив на атмосферне повітря при нормальних умовах праці не оказує, бо не має в приміщенні сканерів, принтерів та інших джерел викиду забруднюючих речовин в повітря робочої зони.

У процесі діяльності виникають процеси поводження з відходами ІТ галузі. Нижче надано перелік відходів, що утворюються в процесі роботи:

- батарейки та акумулятори (малі) - III клас небезпеки;
- макулатура - IV клас небезпеки;
- побутові відходи - IV клас небезпеки;
- відпрацьовані люмінесцентні лампи - I клас небезпеки.

4.6.3 Визначення впливу та заходів щодо поводження з відходами ІТ галузі

З метою визначення та прогнозування впливу відходів на навколишнє середовище, своєчасного виявлення негативних наслідків, їх запобігання відповідно до Закону України «Про відходи» повинен здійснюватися моніторинг місць утворення, зберігання, і видалення відходів. Відомості про місце утворення та місце розташування відходів зазначаються на «План схемі місці розміщення відходів організації / виробництва» та наводяться у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 - Відомості про місце утворення та місце розташування відходів

№ з/п	Код та найменування відходів за ДК - 005-96	Технологічний процес або виробництво, де утворюються відходи/клас небезпеки	Місце розташування відходу, тара та її кількість, місткість, розміри у разі наявності майданчиків розташування відходів необхідно зазначити тип покриття та наявність даху)	№ на схемі (додається масштабна схема місць розміщення відходів)
11	7710.3.1.26 Лампи люмінесцентні	1	буд. 23А, у приміщенні кладової $S=10\text{м}^2$, в кількість 5 од.	23А01-ТХ
22	7720.3.1.01 Відходи комунальні (міські) змішані, у т.ч. сміття з урн (Побутові відходи)	4	зовнішній майданчик зберігання побутових відходів біля буд. 23А $S=7\text{м}^2$ $V=3,1\text{м}^3$ - 3од.	23А01-ТХ
33	7710.3.1.01 Макулатура паперова та картонна (Макулатура)		буд. 23А 1 поверх кім. 1 $S=5,0\text{ м.}^2$	23А01-ТХ
44	Батарейки та акумулятори (малі)	3	буд. 23А, кім. 1 $V=0,0005\text{ м}^3$	23А01-ТХ

4.7 Висновок до розділу 4

У результаті проведеної роботи було зроблено аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, з якими стикається робітник. Було визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над запропонованим проектом, написаному в дипломній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Було наведено значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері. Визначені основні екологічні аспекти впливу на навколишнє природне середовище та зазначені заходи щодо поводження з ними.

ВИСНОВОК

Метою випускної роботи було дослідження системи вібраційного аналізу динамічних установок і розробок структурної, принципової і функціональної схем мікропроцесорної системи віброметра-реєстратора, а також розробка бази даних для зберігання інформації по вимірах виробленим по підприємству. Система повинна забезпечувати виміри пакетів миттєвих значень віброприскорення, а також показання середнього квадратичного значення віброшвидкості в реальному часі.

В ході дослідницької частини роботи були отримані результати, за якими можна зробити наступні висновки:

1. Проблемою зносу і виходу з ладу обладнання є вібрація підшипникових вузлів.
2. Встановлено, що основним напрямком роботи по відмовостійкості, надійності і економічному обґрунтуванні непередбачених ремонтів, є реалізація завдань діагностики на стадії експлуатації обладнання.
3. Обумовлена необхідність проведення аналізу вібрації динамічного обладнання, що дозволить визначити технічний стан і залишковий ресурс роботи.
4. Досліджено основні методи виміру вібрації, які використовуються на підприємствах.

В ході практичної частини роботи були отримані наступні результати:

1. Розроблено структурну, функціональну і принципову схеми мікропроцесорної системи.
2. Розроблено базу даних для зберігання результатів виміру вібрації, з висновком звіту необхідного виміру на друк.

А також здійснений аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів проєктованого обладнання та наведено рекомендації щодо пожежної безпеки.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автоматизированное проектирование информационно-управляющих систем. Проектирование экспертных систем на основе системного моделирования / Г.Г. Куликов, А.В. Речкалов, А.Н. Набатов и др.- Уфа: УГАТУ, 1998.- 233 с.
2. Астанин С.В., Захаревич В.Г. Информационно-советующие комплексы систем гибридного интеллекта.- Таганрог: Изд. таганрогского государственного радиотехнического университета, 1997.- 136с.
3. Аленфельд Г., Херцбергер Ю. Введение в интервальные вычисления.- М.: Мир, 1987.- 360с.
4. Альперович И.В. Ситуационный анализ производства в пакете Proficy Plant Applications// Промышленные АСУ и контроллеры.- 2005.- №09.- С. 41-45.
5. Балакирев В.С., Заев А.В., Проталинский О.М. Математическое описание сложных ХТС с использованием количественной и качественной информации / Деп. сб.: Применение методов кибернетики в практике прикладных задач химической технологии. М.: ВИНТИ, 1986, №4793-86.
6. Баршдорф Д. Нейронные сети и нечеткая логика. Новые концепции для технической диагностики неисправностей // Приборы и системы управления.- 1996.- №2.-С. 48-51.
7. Бигус Г.А. Техническая диагностика опасных производственных объектов / Г. А. Бигус, Ю. Ф. Даниев. – М. : Наука, 2010. – 415 с.
8. Борисов А.Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений.- М.: Радио и связь, 1989.- 304с.
9. Бурков В.Н., Грицианский Е.В, Дзюбко С.И., Щепкин А.В. Модели и механизмы управления безопасностью.- М.: СИНТЕГ, 2001.- С. 55-78.
10. Вибропреобразователи пьезоэлектрические с предусилителем: Руководство по эксплуатации.- ООО Научно-производственное предприятие «ВиКонт», РЭ 4277-032-00205435-01
11. Воронин В.В. Диагностирование динамических объектов непрерывного типа / В. В. Воронин, Г. Г. Констанди, Ю. Э. Январев. – Л. : ЦНИИ Румб, 1986. – 137с.
12. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем.- СПб: Питер, 2000.- 384с.
13. Горелик А.Л., Гурьевич И.Б., Скрипкин В.А. Современное состояние проблемы распознавания.- М., Радио и связь, 1985.- 98с.

14. Гражданкин А.И., Лисанов М.В., Печеркин А.С. Использование вероятностных оценок при анализе безопасности опасных производственных объектов // Безопасность труда в промышленности.- 2001. - №5.- С.33-36.
15. Гришин А.М. Моделирование и прогноз некоторых природных и техногенных катастроф // Proceedings of International Conference RDAMM-2001.- Vol.6.- P.134-139.
16. Гуляев В.А., Бугаев А.Е. Логико-лингвистические методы в задачах диагностирования сложных объектов.- Киев: Инст. пробл. моделиров. в энергетике, 1989. В.20. - 28 с.
17. Ежов А.А., Шумский С.А. Нейрокомпьютинг и его применения в экономике и бизнесе.- М.: МИФИ., 1998.- 224с.
18. Жернаков С.В. К вопросу о построении гибридных нейро-нечетких экспертных систем диагностики и контроля ГТД // Управление в сложных системах.- 1999.- С.120-126.
19. Мелихов А.Н., Карелин В.П. Методы распознавания изоморфизма и изоморфного вложения четких и нечетких графов: Учебное пособие.– Таганрог: Изд. ТРТУ, 1995.- 112с.
20. Калмыков С.А., Шокин Ю.И., Юлдашев З.Х. Методы интервального анализа.- Новосибирск: Наука, 1986.- 222с.
21. Калмыков С.А., Шопин Ю.И., Юлдашев З.Х. Методы интервального анализа.- Новосибирск: Наука, 1986.- 224с.
22. Карелин В.П. Теория и средства поддержки комбинаторных моделей принятия решений в организационно-технологических системах. Дисс. ...д-ра. техн. наук.- Таганрог, 1995г.- 334с.
23. Кононенко А.Ф., Халезов А.Д., Чумаков В.В. Принятие решений в условиях неопределенности.- М.: ВЦ АН СССР, 1991.- 197с.
24. Котов В.Е. Сети Петри.- М.: Наука, 1984.- 432с.
25. Круглов В.В., Борисов Н.Н. Искусственные нейронные сети. Теория и практика.- М.: Горячая линия - Телеком, 2001.- 382с.
26. Кузнецов Б.П. Нечеткое представление и нечеткий критерий сложности булевых формул // Системы управления и обработки информации. СПб., 2002. - Вып.4.- С.97-103.
27. Кузьмин В.Б. Построение групповых решений в пространствах четких и нечетких бинарных отношений.- М.: Наука, 1982.- 168с.
28. Кутуков С.Е. Разработка методов функциональной диагностики технологических режимов эксплуатации магистральных нефтепроводов: Дисс. ...д-ра техн. наук: 25.00.19. УГНТУ.- Уфа, 2003.- 360с.
29. Лабскер Л.Г. Общая методика конструирования критериев оптимальности решений в условиях риска и неопределенности//Управление риском.-2002.-№ 4.- С. 13-24.

30. Ларичев О.И. и др. Выявление экспертных знаний.- М.: Наука, 1989.- 128с.
31. Лекционный материал курса по подготовке специалистов первого уровня по вибродиагностике. Учебный центр «Диамех 2000», Москва, 2013г.
32. Леоненков А.В. Сети Петри и их реализация на ЭВМ. Вып.1.- М.: МО СССР, 1990.- 61с.
33. Леоненков А.В. Сети Петри и их реализация на ЭВМ. Временные сети. Вып.2. - СПб.: ВИКА, 1996. - 87с.
34. Леоненков А.В. Сети Петри и их реализация на ЭВМ. Стохастические сети Петри. Вып.3.- М.: МО РФ, 1995. - 63с.
35. Лескин А.А., Мальцев П.А., Спиридоном А.М. Сети Петри в моделировании и управлении.- Л.: Наука, 1989.- 136с.
36. Лохбаум Д. Исследование рисков на атомных электростанциях: удручающее качество // Энергетика и безопасность.- 2000.- №15.- С.10-14.
37. Матвеев П.И. Возможности ГИСППР по управлению безопасностью промышленного объекта в моделировании ситуаций и оценке ущерба при авариях на хвостохранилищах // Мониторинг и прогнозирование чрезвычайных ситуаций: Тез. докл. науч.-техн. конф.- СПб: Изд-во СПб ГТЭУ ЛЭТИ, 1999. - С. 29-31.
38. Мелихов А.Н., Берштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой.- М.: Наука, Физмат лит, 1990.- 272с.
39. Михаль О.Ф. Организация экспертных систем производственного типа на локально-параллельных нечетких алгоритмах // Радиотехника и информатика.- 2003.- №1.- С.93-100.
40. Михаль О.Ф., Руденко О.Г. Принцип локальной параллельности в задачах обработки нечеткой информации. Базовые операции // Доповіді НАН України.- 1999.- №8.- С.71-75.
41. Михаль О.Ф., Руденко О.Г. Принцип локальной параллельности в задачах обработки нечеткой информации. Расширенный набор операций // Доповіді НАН України.- 2000.- №1.- С.75-78.
42. Нечеткие множества и теория возможностей. Последние достижения: Пер. с англ./ Под ред. Р.Р. Ягера. - М.: Радио и связь, 1986.- 408с.
43. Новиков Ф.А. Дискретная математика для программистов.-СПб:Питер,2002.- 304с.
44. Норри Д., Ж. де Фриз. Введение в метод конечных элементов. - М:Мир,1981.-304с.
45. Оре О. Теория графов.- М.: Наука, 1980.- 336с.
46. Орловский С.А. Проблемы принятия решений при нечеткой исходной информации.- М.: Наука, 1981.- 208с.

47. Палюх Б.В. Основы построения и разработки автоматизированной системы управления эксплуатационной надежностью химических производств: Дисс. ...д-ра техн. наук: 05.13.07. М., 1991.- 360с.
48. Питерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем.- М.: Мир, 1984.- 230с.
49. Прикладные нечеткие системы: Пер. с япон./ К. Асаи, Д. Ватада, С. Иваи и др.; под редакцией Т. Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно.- М.: Мир, 1993.- 368с.
50. Рутковская Д. и др. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. - М.: Горячая линия - Телеком, 2004.- 452с.
51. Сопряжение ПК с внешними устройствами: Пер. с англ. - М.: ДМК пресс, 2001. - 320 с: ил.
52. Таран Т. Логические модели рефлексивного выбора // Автоматика и Телемеханика.- 2001.- № 10.- С. 103 – 117.
53. Шитиков А. Источники питания по рецептам фирмы Maxim. — Электронные компоненты, 2002, №2.
54. Шлезингер М.И. Задачи образного мышления // Образный компьютер. Докл. сем. 26 октября 2004 г.- М: 2004.- 62с.
55. Яковлев С.Ю. Информационная технология анализа безопасности производственных объектов // Информационные технологии в региональном развитии: Тез. докл.- Апатиты: Изд-во КФ ПетрГУ, 1999.- С. 16-17.
56. Arnould T., Tano S. Interval-valued fuzzy backward reasoning// IEEE Transactions on Fuzzy Systems.- Vol.3, №4.- 1995.- P. 425-437.
57. Atmel Corporation, - 8-bit Flash Microcontroller with Full Speed USB Device AT89C5131. Data Sheet. 2003.
58. Chen S.M., Ke J.S., Chang J.F. Knowledge representation using fuzzy Petri nets // IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering.- 1990.- Vol.2, №.3.- P. 311-319.
59. Gessing R. Two-level hierarchical control for stochastic optimal resource allocation // "Int. J. Contr."- 1985.- №1.- P.161-175.
60. Goldberg M., Spenser T. Constructing a maximum independent set in parallel // SIAM J. Discr. Math.- 1989.- Vol.2.- P. 322-328.
61. <http://normativ.com.ua/types/tdoc12455.php>
62. <http://www.baltech.ru/catalog.php?catalog=94>
63. <http://www.bopla.de/>
64. Konar A., Mandal A.K. Uncertainty management in expert systems using fuzzy Petri nets//IEEE Transactions on Knowledge and Data Eng.-1996.-Vol.8,№.1-P.96-104.

65. Kopf R., Ruhe G. A computation study of the weighted independent set problem for general graphs // Found. Control Engin.- 1987.- Vol.12.- P. 167-180.
66. Looney C.G. Fuzzy Petri nets for rule-based decision making // IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics.- 1988.- Vol.18, №.1.- P. 178-183.
67. Maxim Integrated Products
68. Methodology for the analysis of human error probabilities: Pap.Int. Conf.Glob.Benefits Nucl.Technol.,Washington,D.C.,Nov.10-14,1996/ Shen Song-Hua, Moshel Ali // Trans.Amer.Nucl.Soc.- 1996. - №75. - P. 85-86.
69. Moor R.E. A survey of interval methods for differential equations // "Proc. - 23rd - IEEE Conf. Decis. and Contr., Las Vegas, Nev.- 1984.- Vol.3.- P.1529-1535.
70. National Semiconductor, - ADC08061/ADC08062 500 ns A/D Converter with S/H Function and Input Multiplexer. Data Sheet. 1999.
71. Schwandt H. An interval arithmetic approach for the construction of an almost globally convergent method for the solution of the nonlinear poisson equation on the unit square// "SIAM J. Sci. a St. Comput."- 1984.- Vol.5, №2.- P. 427-452.
72. Vibration.ru
73. Vibrotek.com/russian/articles/sovrst/index.htm
74. Yakovlev S.Yu. Occupational Safety and Industrial Safety // Barents Newsletter on Occupational Health and Safety.- Helsinki, 2001.- Vol.4, №1.- P. 32-36.
75. НПАОП 0.00-4.12-05 Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці
76. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»
77. ДСанПіН 3.3.2.007-98 «Правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин»
78. НПАОП 0.00.-1.28-10. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин. Електробезпека.
79. ГОСТ 13109-97. Норми якості електричної енергії в системах електропостачання загального призначення.
80. ГОСТ 12.1.030-81. Захисне заземлення. Занулення.
81. ГОСТ 12.1.006-84. Електромагнітні поля радіочастот. Допустимі рівні на робочих місцях і вимоги до проведення контролю.
82. ДБН В.2.5-28:2015. Природне і штучне освітлення.
83. ДСанПіН 3.3.2-007-98. Державні санітарні правила і норми.
84. НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.

Додаток А

Комп'ютерна презентація

Міністерство освіти і науки України
Східноукраїнський національний університет ім. В.Даля
Кафедра комп'ютерних наук та інженерії

Засоби і технології автоматизації роботи системи вібраційного аналізу

Студент гр. КІ-17 зм

Рикова Г.М.

Керівник проекту

Білобородова Т.О.

Сєверодонецьк, 2019

Рисунок А.1 – Слайд № 1

Мета і завдання дослідження

Метою магістерської атестаційної роботи є розробка структурної, принципової і функціональної схем мікропроцесорної системи віброметра-реєстратора. Система повинна забезпечувати виміри пакетів миттєвих значень віброприскорення, а також показання середнього квадратичного значення віброшвидкості в реальному часі.

Для досягнення поставленої задачі, в магістерської атестаційної роботи сформульовані і вирішені наступні завдання:

- 1) аналіз структури системи вібраційного аналі за динамічних установок;
- 2) дослідження та аналіз методів і технічних засобів виміру вібрації динамічних установок;
- 3) розробка структурної, принципової і функціональної схеми мікропроцесорної системи віброметра-реєстратора;
- 4) розробка модуля обробки діагностичної інформації, що забезпечує:
 - зберігання даних про результати замірів вібрації компресорних установок по всьому підприємству;
 - формування звітів.

2

Рисунок А.2 – Слайд № 2

Об'єктом дослідження магістерської роботи є параметри вібрації підшипників динамічного обладнання.

Предметом дослідження є методи вібродіагностики використовуються на підприємстві і мобільна вимірювальна система віброаналіза.

Методи вирішення поставлених завдань базуються на методиці прогнозування залишкового ресурсу роботи агрегату за результатами виміру вібрації, методиках вібраційного контролю та існуючих приладах виміру вібрації.

Практичне значення отриманих результатів:

- розроблений пристрій може застосовуватися для оцінки технічного стану відцентрових насосних агрегатів типу ЦНС і колісно-моторних блоків електропоїздів;

- база даних може застосовуватися на будь-якому підприємстві в якості заміни рукописних журналів з результатами виміру вібрації.

1

Рисунок А.3 – Слайд № 3

АНАЛІЗ СИСТЕМИ ВІБРАЦІЙНОГО АНАЛІЗУ ДИНАМІЧНИХ УСТАНОВОК

Для запобігання та попередження передчасного виходу з ладу динамічного обладнання проводять плановий (позаплановий) замір вібрації. Замір виробляють на підшипникових опорах агрегату тому саме підшипник покаже присутність дефекту і наскільки сильно він розвинений.

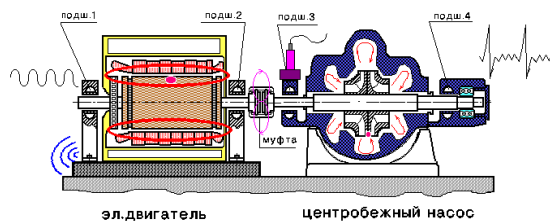


Рис.1 – Схема компресорной установки

На систему технічного діагностування покладається рішення наступних завдань:

- перевірка справності (працездатності) компресорної установки, як в сукупності об'єктів, так і окремих елементів, а саме: підшипників 1-4 (рис.1);
- виявлення і пошук несправного елемента із заданою глибиною;
- прогнозування технічного стану;
- інформування оператора про виникнення технічних несправностей, що впливають на безпеку використання і ефективність застосування;
 - накопичення і узагальнення статистичних даних в інтересах подальшого контролю експлуатації і ремонту.

1

Рисунок А.4 – Слайд № 4

Методи оцінки технічного стану:

- взаємна оцінка проводиться для однотипних машин, що працюють в однакових умовах;
- відносна оцінка - вимірюється діагностичний параметр одного об'єкта і проводиться тимчасове порівняння;
- абсолютна оцінка - порівняння вимірних значень зі стандартними.

Оцінка технічного стану машин за значеннями середньоквадратичної швидкості, мм / с, стандарт ISO 10816-1-97, приведена в таблиці 1.

Таблиця 1 - Стандарт ISO 10816-1-97

Клас машин	Характеристика класу	Зони технічного стану			
		Зона А	Зона В	Зона С	Зона D
I	Електричні мотори потужністю до 15кВт	0,7	0,7...1,8	1,8...4,5	понад 4,5
II	Середні машини потужністю 15...75 кВт и машини до 300 кВт на окремих фундаментах	1,1	1,1...2,8	2,8...7,1	понад 7,1
III	Потужні двигуни, жорстко закріплені на потужних фундаментах	1,8	1,8...4,5	4,5...11,2	понад 11,2
IV	Потужні машини з обертовими масами	2,8	2,8...7,1	7,1...18,0	понад 18,0

Зона А - в цю зону потрапляють, як правило, нові машини, тільки що введені в експлуатацію. Зона В - машини, що потрапляють в цю зону, зазвичай вважають придатними для подальшої експлуатації без обмеження термінів. Зона С - машини, що потрапляють в цю зону, зазвичай розглядають як непридатні для тривалої експлуатації. Зазвичай дані машини можуть функціонувати обмежений період часу, поки не з'явиться відповідна можливість проведення ремонтних робіт. Зона D - рівні вібрації в даній зоні зазвичай розглядають як серйозні, вони можуть викликати пошкодження машини.

Рисунок А.5 – Слайд № 5

Оснащеність системи вібраційного аналізу динамічних установок засобами автоматизації

Таблиця 2 - Оснащеність системи вібраційного аналізу динамічних установок засобами автоматизації

Методи діагностики	1. Збір даних	2. Аналіз даних	Можливість автоматизованого	Проблеми автоматизації
Візуальний огляд	Людина	Людина	1,2 - ні	Немає необхідності
Аналіз шумів механізму	Людина	Людина	1,2 - так	Немає необхідності
Віброметри	Віброметр	Людина (за стандарт ІСО 10816-1-97)	2 - так	Висока вартість аналізного ПО
Аналіз мастила	Людина	Людина	ні	Немає необхідності

Рисунок А.6 – Слайд № 6

Аналіз вимірів

Перший рівень аналізу - оцінка технічного стану за максимальним значенням віброшвидкості зафіксованому в контрольних точках.

Другий рівень аналізу - локалізація точок мають максимальну вібрацію

Третій рівень аналізу - попередній діагноз можливих пошкоджень. Напрямок більшого значення вібрації в контрольній точці з великими значеннями найбільш точно визначає характер ушкодження.

1

Рисунок А.7 – Слайд № 7

Поставлена мета обумовлює необхідність вирішення наступних завдань:

1. Аналіз структури системи вібраційного аналізу динамічних установок
2. Дослідження методів оцінки технічного стану та прогнозування залишкового ресурсу роботи агрегату.
3. Розробка модуля обробки діагностичної інформації, що забезпечує:
 - зберігання даних про результати замірів вібрації компресорних установок по всьому підприємству;
 - аналіз даних;
 - формування звітів і виведення результатів.
4. Розробка мобільного вимірювальної системи контролю вібрації.
5. Проведення експериментальних досліджень та оцінка технічного стану, що діагностується агрегату.

1

Рисунок А.8 – Слайд № 8

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИЛАДІВ І МЕТОДІВ АНАЛІЗУ РЕЗУЛЬТАТІВ ПРИ ВИМІРІ ВІБРАЦІЇ

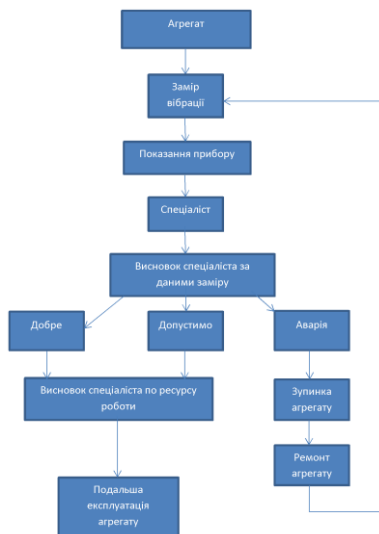


Рисунок 2 - Блок схема виміру вібрації

1

Рисунок А.9 – Слайд № 9

Загальна структура систем вимірювання та аналізу вібрації, включає в себе первинні вимірювальні перетворювачі, що погоджують пристрої, лінії зв'язку, власне засоби аналізу, базу даних і засоби (програми) обробки інформації (див. рис. 2.2).

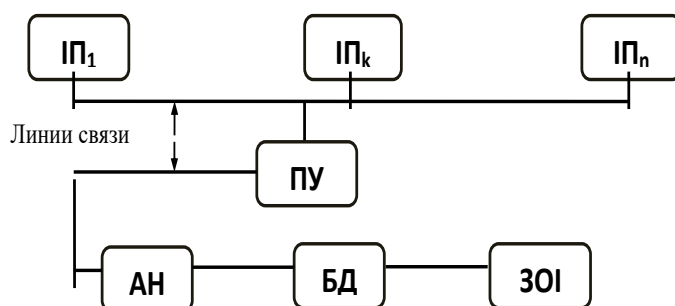


Рисунок 2.2 - Структурна схема системи вимірювання та аналізу вібрації

ІП - вимірювальні перетворювачі, ПУ - пристрої узгодження, АН - аналізатор, БД - база даних, ЗОІ - засоби обробки інформації.

1

Рисунок А.10 – Слайд № 10

Мобільна вимірювальна система вібродіагностики

Склад мобільного вимірювальної системи вібродіагностики

До складу мобільної вимірювальної системи входять портативний прилад, що забезпечує вимір і аналіз вібрації в важких промислових умовах (Реєстратор-Віброметр), комп'ютер з програмами моніторингу, програма обробки та аналізу сигналів і програма вібродіагностики, що містить базу даних і виконує ряд операцій аналізу сигналів і обробки результатів аналізу, а також експертна або автоматична програма діагностики, обробна отриману діагностичну інформацію і акселерометр.

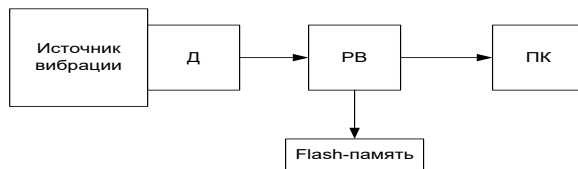


Рисунок 3 – Структура мобільно-вимірювальної системи

Д - Акселерометр- датчик вимірює значення віброприскорення.

РВ - "Реєстратор - Віброметр" - прилад які не виконують функцій аналізу, а тільки збирають тимчасові сигнали вібрації.

ПК - персональний комп'ютер з розширеною діагностичною програмою і базою даних.

1

Рисунок А.11 – Слайд № 11

Принцип роботи

"Реєстратор - Віброметр" в режим віброметра приймають входні сигнали з акселерометра, інтегрує отримані значення і перетворюють їх у цифровий. Набирає потрібну кількість вимірювань і виробляє обчислення середнього квадратичного значення віброшвидкості відображення на індикаторі.

У режимі реєстратора "Реєстратор - Віброметр" входні сигнали з акселерометра, перетворюють їх у цифровий код і передають на персональний комп'ютер. На екрані комп'ютера за допомогою програм спектрального аналізу можна переглядати форму сигналів, спектр, кепстра, фазу і т.д. Фільтрація, інтегрування, детектування обвідної, обчислення спектра та інші перетворення здійснюються персональним комп'ютером.

Опис датчика

Віброперетворювач типу ВК-310А є п'єзоелектричний акселерометр з погоджують підсилювачами і призначені для застосування в складі апаратури безперервного вібраційного контролю, захисту і вібродіагностики турбоагрегатів, живильних пристроїв двигунів нафтоперекачувальних і газокompресорних станцій, вібродіагностики електричних станцій і інших об'єктів.

Віброперетворювач ВК-310А - первинний вимірювальний п'єзоелектричний перетворювач з вбудованим підсилювачем.

На виході формується сигнал змінної напруги, пропорційний миттєвому значенню віброприскорення.

Підключення через роз'єм типу РС-4ТВ або ВNC.

1

Рисунок А.12 – Слайд № 12

Блок живлення пристрою «Реєстратор – Віброметр»

Блок живлення приладу складається з АБ, зарядного пристрою для зарядки акумуляторів (ЗУ), перетворювачів напруги DC / DC.

Узагальнена функціональна схема БП наведена на рис. 4.

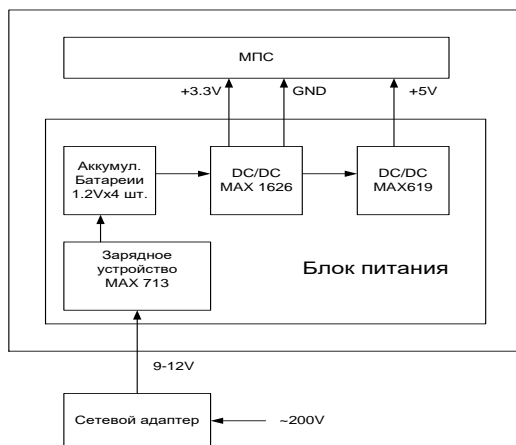


Рисунок 2.5 - Узагальнена функціональна схема БП

1

Рисунок А.13 – Слайд № 13

Технічні характеристики пристрою "Реєстратор-Віброметр"

- Кількість каналів, 1;
- Кількість АЦП в кожному каналі, 1;
- Динамічний діапазон, 140 дБ ($\pm 0.05\text{мкВ} \pm 5\text{В}$);
- Швидкість передачі даних на ПК, 64 Кбайт / с;
- Частотний діапазон, 10 - 10000 Гц;
- Стандарти дозвіл FFT, 1600 і 3200 ліній;
- Діапазон вхідних напруг вимірювального каналу, + 5В;
- Зовнішній інтерфейс, USB 2.0;
- Харчування приладу, АА батареї або акумулятори, 4 шт.

1

Рисунок А.14 – Слайд № 14

РОЗРОБКА МОДУЛЯ ОБРОБКИ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ І СИНТЕЗ СТРУКТУРИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ ДІАГНОСТУВАННЯ ПОШКОДЖЕНЬ

Моніторинг технічних параметрів обладнання відомий і застосовується дуже давно. Всім фахівцям добре знайомі журнали стану обладнання, в які протягом дуже великого періоду часу з певною періодичністю заносилися і заносяться обслуговуючим персоналом показання контрольно-вимірювальних приладів та інші дані, отримані, наприклад, при періодичних вимірах вібрації за допомогою найпростіших приладів. Перехід на систему прогнозованого обслуговування потребує збільшення вимірюваної і зберігається в багато разів. Ручне введення, зберігання і обробка цих даних стають неможливими.

Програмне забезпечення повинно забезпечувати можливість створення гнучкої ієрархічної системи зберігання даних, необхідні функції обробки і відображення даних і формування всіляких звітних матеріалів.

Основними результатами впровадження системи моніторингу, повинні бути:

- 1) запобігання раптових аварій і відмов обладнання;
- 2) діагностування дефектів з точністю до вузла;
- 3) прогнозування розвитку виявлених дефектів і планування термінів і обсягів ремонтних робіт;
- 4) і як наслідок усього цього - значне зниження витрат на обслуговування обладнання.

Для цього в даному дипломному проєкті пропонується до впровадження розроблена база даних.

Рисунок А.15 – Слайд № 15

Проектowana база даних

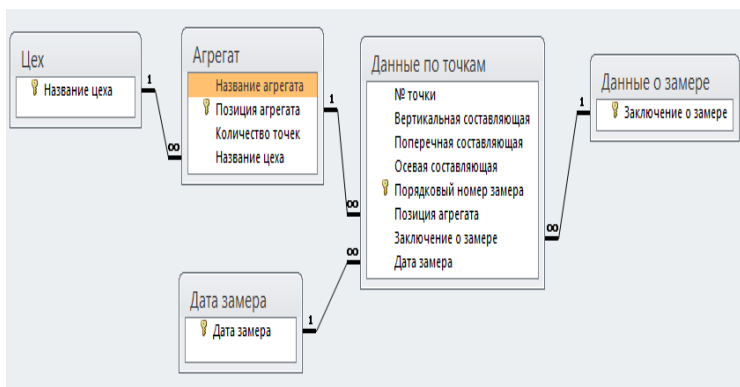


Рисунок 3.1 – Схема зв'язків розробляється бази даних

Рисунок А.16– Слайд № 16

Опис і створення форм

Для полегшення роботи з даними в таблицях, створюються форми. Форми мають табличний вигляд і призначені для зручного перегляду і редагування даних в таблицях.

Формування та створення запитів

Створимо запити, для обробки інформації, яка міститься в таблиці. При введенні позиції агрегату і дати виміру, виводиться вся інформація, що цікавить нас інформація з даного виміру.

Створення звіту

Звіти бази даних призначені для виведення даних на принтер (принтер). У звіті виводяться дані про проведений вимірі включають в себе: позицію агрегату, дані за складовими точок виміру, дата виміру і висновок фахівця про роботу агрегату.

На рис. 6 звіт створено на основі запиту 2. Інформація згрупована по позиції агрегату і датою виміру, представлені проміжні і основні підсумки.

Отчет по замеру						
Позиция	Дата замера	№ точки	Вертикальная	Поперечная	Осевая	Заключение
Д-2	Март 2011	1	0,3	0,3	0,8	Хорошо
		2	0,3	0,4	0,9	
		3	1,5	1,2	1,4	
		4	1,6	1,2	1,6	

Рисунок 3.7 – Кінцева форма звіту

1

Рисунок А.17 – Слайд № 17

Структурна схема мікропроцесорної системи

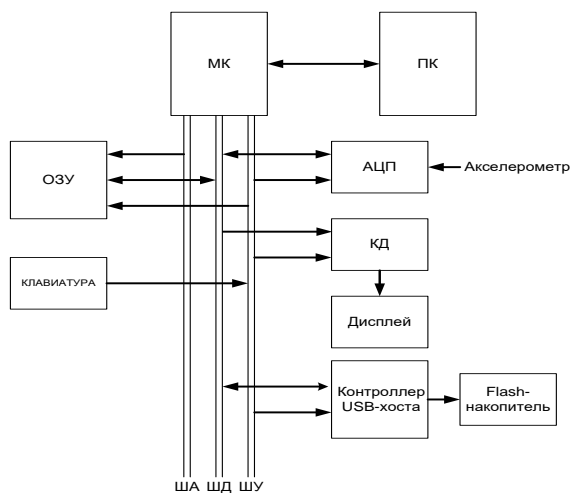


Рисунок 3.8 – Структурна схема мікропроцесорної системи пристрою

1

Рисунок А.18 – Слайд № 18

Блок-схема алгоритму роботи

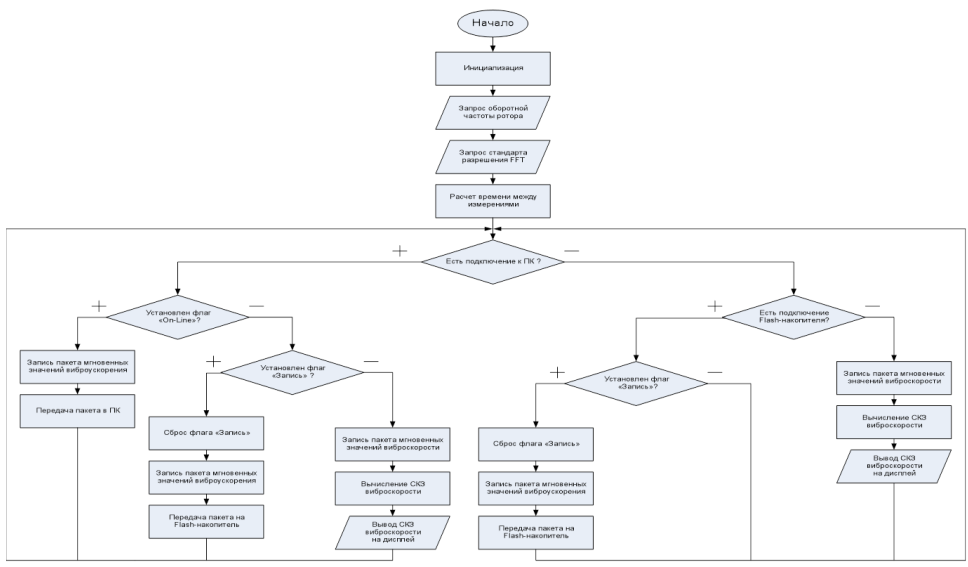


Рисунок 3.9 – Блок-схема алгоритму роботи

1

Рисунок А.19 – Слайд № 19

ВИСНОВОК

В результаті даної роботи була спроектована мобільна вимірювальна система вібродіагностики і розроблена база даних для запису і контролю результатів вимірювань вібрації на виробництві. А саме:

- Розроблено структурну схему мікропроцесорної системи;
- Розроблено принципові схеми мікропроцесорної системи;
- Розроблено алгоритм роботи системи для контролера;
- Розроблено базу даних;
- Обрано ПО моніторингу та діагностики, сумісний з розробленою мікропроцесорною системою.

Робота над проектом показала наступні шляхи поліпшення: розробку нових технологій і алгоритмів, зміна принципової схеми системи шляхом використання сучасних мікросхем і мікросхем з більшим ступенем інтеграції.

Так само був здійснений аналіз потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів проектованого обладнання та наведено рекомендації щодо пожежної безпеки.

1

Рисунок А.20 – Слайд № 20