

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет магістерської та
аспірантської підготовки
Кафедра автоматизованих систем
моніторингу навколишнього середовища

Магістерська кваліфікаційна робота

на тему: Розробка метеорологічної станції з моделюванням
датчика швидкості вітру

Виконав студент 2 курсу групи МК-62
спеціальності 8.05010105 Комп'ютерний
еколого-економічний моніторинг,
Перендішлі Дмитро Віталійович

Керівник к.т.н., доц.
Лімонов Олександр Сергійович

Консультант _____

Рецензент к. геогр. н., доц.
Лужбін Анатолій Михайлович

Одеса 2017

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут, факультет _____
Кафедра _____
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____
Напрямок підготовки _____
Спеціальність _____

_____ магістерської та аспірантської підготовки
_____ автоматизованих систем моніторингу
_____ навколишнього середовища

_____ магістр

_____ (шифр і назва)
8.05010105 Комп'ютерний еколого-економічний
_____ моніторинг
_____ (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автоматизованих систем
моніторингу навколишнього середовища

_____ Перелигін Б.В.
"____" _____ 2016 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ ПЕРЕНДІШЛІ ДМИТРУ ВІТАЛІЙОВИЧУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка метеорологічної станції з моделюванням
датчика швидкості вітру

керівник роботи Лімонов Олександр Сергійович, к.т.н., доц.,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом вищого навчального закладу від „____” _____ року № _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Оцінка виконання етапу	
			у %	за 4-х бальною шкалою
1	Одержання завдання на виконання магістерської роботи			
2	Пошук та підбір літератури та інших джерел інформації			
3	Проведення аналізу предметної області і написання першого розділу пояснювальної записки до магістерської роботи			
4	Розробка моделі в заданій предметній області і написання другого розділу пояснювальної записки до магістерської роботи			
5	Розробка програмного коду моделі і написання третього розділу пояснювальної записки до магістерської роботи			
6	Рубіжна атестація			
7	Проведення дослідження розробленої моделі і написання четвертого розділу пояснювальної записки до магістерської роботи			
8	Виготовлення презентації			
9	Друкування пояснювальної записки			
10	Одержання висновку керівника магістерської роботи			
11	Проходження нормативного контролю			
12	Переплетіння пояснювальної записки			
13	Одержання висновку кафедри про допуск роботи до захисту			
14	Одержання рецензії			
15	Здача готової магістерської роботи і документів секретарю АК			
	Інтегральна оцінка виконання етапів календарного плану (як середня за етапами)			

Студент _____
(підпис)

Керівник роботи _____
(підпис)

Перендішлі Д.В.
(прізвище та ініціали)

Лімонов О. С.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Представлена робота Перендішлі Дмитра Віталійовича на тему «Розробка та дослідження віртуальної моделі датчика швидкості вітру».

Мета магістерської роботи – це ознайомлення з аналогами ПЗ, розробка та дослідження сучасного віртуального датчику швидкості вітру, та використання його в метеокомплексі.

Для досягнення зазначеної мети необхідно вирішення наступних завдань:

- ознайомитись з аналогами ПЗ;
- виявити слабкі місця в існуючих аналогах;
- підібрати необхідні матеріали для реалізації завдання;
- розробити та об'єднати розроблені датчики в єдиний метеокомплекс.

У своїй магістерській роботі я розглядав метеорологічні станції, як вони працюють, що можна поліпшити в сучасних метеорологічних станціях, були описані сучасні існуючі аналоги датчиків вітру.

Розроблене на кафедрі АСМНС програмне забезпечення DSV_1.0.1 дозволяє оцінювати напрямок руху вітру, його швидкість у даний проміжок часу та виводить отримані дані у діаграму. Може бути складовою частиною загального метеорологічного комплексу.

Магістерська робота містить: 70 с., рис. 20, табл. 0, додатки 2, використаних літературних джерел 34.

Ключові слова: метеорологічна станція, моделювання, датчик, температура, клімат, сенсор.

SUMMARY

The topic of this thesis, made by Perendishli Dmitry Vitaliyovich is “Research and development of virtual models of wind speed sensor.”

Software DSV_1.0.1, developed at the department, allows us to evaluate the direction of the wind and its speed in a given period and displays the data in a chart. It could serve as part of meteorological complex.

The present work has two goals:

- A review of development of analogous software.
- Development and analysis of Virtual Wind Speed Sensor and its use in meteorological complexes.

To achieve assigned goals it is necessary to complete following tasks:

- To become familiar with analogous software
- To find weak points of existing analogs
- To find necessary goods to implement assigned goals
- To develop sensors and combine them in meteorological complex

In my master’s thesis, I have examined meteorological stations and how they work, what could be improved in them. Existing analogs of wind sensors have also been described.

Master's work contains 70 p., figures 13, table 0, applications 2, used literature 25.

Keywords: meteorological station, simulation, sensor, wind speed sensor.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ.....	7
ВСТУП.....	8
1 МЕТЕОСТАНЦІЯ.....	10
1.1 Основні поняття.....	10
1.2 Склад та процес спостереження.....	11
1.3 Класифікація.....	11
2 Моделювання.....	13
2.1 Основні поняття.....	13
2.2 Опис та види моделювання.....	15
2.3 Опис моделі.....	16
2.4 Класифікація моделей.....	18
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ДАТЧИКА ШВИДКОСТІ ВІТРУ.....	20
3.1 Аналіз предметної області.....	20
3.2 Аналіз предметної області з точки зору задачі дослідження.....	21
3.3 Основні поняття.....	23
3.4 Класифікація.....	25
3.4.1 Чашкові анемометри.....	28
3.4.2 Крильчатні анемометри.....	28
3.4.3 Теплові анемометри.....	29
3.4.4 Динамометричні анемометри.....	29
3.4.5 Ультразвукові анемометри.....	30
3.4.6 Лазерні доплерівські анемометри.....	30
3.5 Порівняльні характеристики.....	31
4 РОЗРОБКА МЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ СТАНЦІЇ З МОДЕЛЮВАННЯМ ДАТЧИКА ШВИДКОСТІ ВІТРУ.....	36
4.1 Аналіз програмного забезпечення.....	36
4.2 Розробка віртуальної моделі датчика швидкості вітру.....	56

	6
ВИСНОВКИ.....	64
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	65
ДОДАТКИ.....	67
Додаток А Графічна частина магістерської роботи.....	68
Додаток Б Код програми.....	73

ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ, УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

Інтернет – глобальна телекомунікаційна мережа інформаційних і обчислювальних ресурсів

WWW – (World Wide Web) розподілена система, що надає доступ до пов'язаних між собою документів, розташованих на різних комп'ютерах, підключених до Інтернету

ОС – операційна система

БД – база даних

ПК – персональний комп'ютер

ТП – температура повітря

ДШВ – датчик швидкості вітру

ВЗ – високе забруднення

ГО – міський округ

ЗСО - зона санітарної охорони

НЯ – небезпечні явища

ГДВ – гранично допустимі викиди

СЗЗ – санітарно-захисна зона

ТКВ – тверді комунальні відходи

РВ – рівень втручання

ХСК – хімічне споживання кисню

ЕВЗ – екстремально високе забруднення

ІЗА – індекс забруднення атмосфери

КН – клас безпеки

МС – метеостанції

МР – муніципальний район

ПЕД – потужність експозиційної дози

ВСТУП

Упродовж тривалого часу програми не вважали товаром. Лише після 1976 року почалося масове поширення персональних комп'ютерів. Виникла потреба розробляти різноманітні програми: від службових до ігрових. Спочатку їх створювали ентузіасти, але незабаром для багатьох це стало фахом.

До комерційних програм висувають певні вимоги: вони повинні бути привабливими, виразними й дружніми, інакше їх не купуватимуть. Або програміст повинен стати художником, мультиплікатором, письменником, сценаристом і композитором в одній особі, або необхідно зібрати команду фахівців з відповідними вміннями.

Коли в другій половині 1980-х років представники західних фірм намагалися залучати до роботи програмістів з СРСР, їх спіткала несподівана проблема. Через те, що на теренах СРСР до цього не було комерційного програмування, у програмістів не було ні традицій, ні досвіду щодо відповідного оформлення програм. Вони могли оригінально й талановито написати ядро програми, що становить її суть, але уникали займатися нудною й нетворчою (на їхній погляд) роботою щодо оформлення.

Проблеми щодо оформлення програм було розв'язано у другій половині 1990-х років, коли вся світова індустрія засобів розробки додатків зрушила в напрямку максимального спрощення процесу створення програм, перевівши його на візуальний рівень. Тоді з'явилися так звані системи програмування, які займалися оформленням програм. Програмісти змогли зосередитися переважно на логіці роботи програм.

Людина у будь-якій діяльності постійно використовує моделі. Діти граються іграшками – зменшеними копіями реальних об'єктів. Для гри використовують не лише готові моделі, а й створені власними руками з

пластиліну, деталей конструктора. У школі дітей ознайомлюють з іншими моделями: аплікацією, рисунком, кресленням, глобусом, моделями технічних пристроїв тощо. У подальшому житті люди також використовують моделі – макет (проект) будинку, автомобіля, моделями фізичних, хімічних явищ та процесів

Моделлю може бути будь-який об'єкт, явище або мисленнєвий образ, за допомогою яких вивчають складніший об'єкт. Моделі використовують тоді, коли безпосередньо дослідити відповідні об'єкти-оригінали складно або й неможливо. Моделі використовують також для дослідження об'єктів, яких немає у наявності. Для кожної моделі існує її прототип (оригінал) – той об'єкт, для заміщення якого її призначено.

Моделювання – це процес створення моделі.

Моделювати можна не лише наявні предмети, явища та процеси, але й абстракції, яких немає в реальності (модель невиявленої елементарної частинки); об'єкти, які лише планують створити (проект нової станції метрополітену); явища, які можуть і не відбутися (вибух на хімічному заводі). Моделювання здійснюють з метою пізнання властивостей об'єкта, тому термін моделювання застосовують ще й в іншому значенні: дослідження об'єктів за допомогою побудови й вивчення їхніх моделей.

1 МЕТЕОСТАНЦІЯ

1.1 Основні поняття

Метеостанція - сукупність різних приладів для метеорологічних вимірів (спостереження за погодою).

Розрізняють аналогові і цифрові метеорологічні станції.

На класичній (аналоговій) метеостанції є:

- термометр для вимірювання температури повітря і ґрунту;
- барометр для вимірювання тиску;
- гігрометр для вимірювання вологості повітря;
- анеморумбометр для вимірювання швидкості і напрямку вітру;
- опадомір для вимірювання опадів;
- плювіограф для безперервної реєстрації опадів на період рідких опадів;
- термограф для безперервної реєстрації температури повітря;
- гігрограф для безперервної реєстрації вологості повітря;
- психрометр для вимірювання температури і вологості повітря;
- ожеледних верстат для вимірювання ожеледно-ізмороливих відкладень
- льодоскоп для визначення мряці і інею;
- барограф для визначення барометричної тенденції тиску.

Метеостанція - установа, яка проводить регулярні спостереження за станом атмосфери. Спостереження включають вимірювання значень метеорологічних елементів у встановлені терміни і визначення основних характеристик (початок, закінчення і інтенсивність) атмосферних явищ[1].

Перші метеостанції стали створюватися ще в 18 ст., коли окремі вчені або наукові товариства почали проводити систематичні спостереження за погодою. У 19 ст. після установи центральних метеорологічних інститутів, зокрема Головної фізичної обсерваторії в Петербурзі (1849), метеостанції отримали єдине керівництво, а також загальну програму спостережень.

1.2 Склад та процес спостереження

До складу метеостанції входить метеорологічний майданчик, де встановлюється більшість приладів (Психрометрична будка з термометрами і гігрометрами, прилади для вимірювання швидкості і напрямку вітру, опадомір, ґрунтові термометри та ін.), службовий будинок, в якому знаходяться барометри, реєструючі частини дистанційних приладів, переносні прилади та де ведеться обробка спостережень. Спостереження проводяться за стандартною програмою протягом 10-хвилинного інтервалу часу через кожні 3 або 6 годин, а в деяких випадках щогодини. Отримані дані кодують і передають у вигляді цифрового зведення за визначеними адресами (бюро погоди, авіаційні метеостанції тощо). Багато метеостанцій поряд зі стандартними ведуть агрометеорологічні спостереження, визначають інтенсивність сонячної радіації (прямої, розсіяної і сумарної), радіаційний баланс, величину випаровування ґрунтової вологи та ін. Метеостанції встановлюють також на судах; автоматичні метеостанції - на буюх у відкритому морі і в незаселених районах суші.

Дані спостережень метеостанцій використовуються для складання прогнозів погоди і попереджень про несприятливі для народного господарства явища погоди, вивчення клімату і його змін, а також для безпосереднього забезпечення обслуговуваних організацій відомостями про погоду.

1.3 Класифікація

Існують портативні (домашні) метеостанції - прилади, до складу яких входить набір метеоприладів. Як правило, це барометр, гігрометр і термометр. Дане поєднання дозволяє провести більш точне дослідження навколишнього середовища, передбачити з найменшою похибкою погодні зміни в найближчому майбутньому.

Дорожні метеорологічні станції

Крім перерахованих вище датчиків в дорожніх метеорологічних станціях використовують датчик температури поверхні і датчик температури на глибині 30см (під покриттям), а також контролер і GPRS модуль для передачі даних в інформаційні центри. Для інформування водіїв про погодні умови використовують інформаційні табло, з температурою поверхні і повітря. Також на табло можуть з'являтися попередження (мокра дорога, бічний вітер тощо).

Лісові метеорологічні станції

Лісові метеостанції служать для попередження можливості лісових пожеж. Найчастіше такі метеостанції працюють від акумуляторів. Станції збирають кліматичні дані, такі як вологість дерева, ґрунту і температура на різних рівнях висотності лісів. Дані обробляються і моделюється карта пожежної активності, що допомагає легше впоратись з можливим займанням, або запобігти поширенню пожежі.

Гідрологічні метеорологічні станції

Гідрологічні метеостанції ведуть метеорологічні та гідрологічні спостереження над станом погоди океанів, морів, річок, озер. Такі метеостанції розташовуються на материках, на морських плаваючих станціях, а також існують річкові, озерні і болотні станції спостереження.

Побутові домашні метеостанції

З'явилися на ринку порівняно недавно. Родоначальниками побутових метеостанцій є звичайні барометри. Функціональність домашньої метеостанції схожа з метеорологічною станцією, тільки обробляється набагато менше даних, які надходять з одного або декількох датчиків, що встановлюються за вікном і в інших приміщеннях. Домашні метеостанції показують температуру в приміщенні, температуру поза приміщенням, вимірюють вологість, атмосферний тиск і виходячи з обробки процесором отриманих даних формують прогноз погоди на добу. Працюють як від електричної мережі, так і від змінних елементів живлення.

2 МОДЕЛЮВАННЯ

2.1 Основні поняття

Модель (латиною *modulus* – міра, зразок, норма) – це прообраз, опис або зображення якогось об'єкта.

Моделлю може бути будь-який об'єкт або явище, за допомогою яких вивчають складніший об'єкт. Моделі використовують тоді, коли безпосередньо дослідити відповідні об'єкти-оригінали складно або неможливо. Моделі використовують також для дослідження об'єктів, яких немає у наявності. Для кожної моделі існує її прототип (оригінал) – той об'єкт, для заміщення якого її призначено[2].

Моделювання – це процес створення моделі.

Моделювати можна не лише наявні предмети, явища та процеси, але й абстракції, яких немає в реальності (модель невиявленої елементарної частинки); об'єкти, які лише планують створити (проект нової станції метрополітену); явища, які можуть і не відбутися (вибух на хімічному заводі). Моделювання здійснюють з метою пізнання властивостей об'єкта, тому термін моделювання застосовують ще й в іншому значенні: дослідження об'єктів за допомогою побудови й вивчення їхніх моделей.

Моделювання – це також метод дослідження явищ і процесів, що ґрунтується на заміні конкретного об'єкта досліджень (оригіналу) іншим, подібним до нього (моделлю). Моделювання в широкому сенсі – це особливий пізнавальний процес, метод теоретичного та практичного опосередкованого пізнання, коли суб'єкт замість безпосереднього об'єкта пізнання вибирає чи створює схожий із ним допоміжний об'єкт-замісник (модель), досліджує його, а здобуту інформацію переносить на реальний предмет вивчення.

Моделювання – це процес створення та дослідження моделі, а модель – засіб, форма наукового пізнання.

Це складна, трудомістка і відповідальна наукова задача. Іноді дослідження за допомогою моделей є єдино можливим способом експериментального вивчення технологічних процесів. Так, процеси, які тривають багато років, можна вивчати на моделях протягом короткого проміжку часу. І навпаки, швидкоплинні процеси вивчаються на моделях протягом більш довгого часу.

Моделювання різних фізичних процесів виходить з подібності явищ, що розглядаються. Два явища називаються подібними, якщо за характеристиками одного можна одержати характеристики іншого шляхом простого перерахунку. Умовами або критеріями подібності двох явищ є рівності деяких безрозмірних параметрів, які називаються числами або критеріями подібності. Визначення критеріїв подібності при моделюванні процесів, що вивчаються, потребує глибокого знання механізму цих процесів і є досить важкою задачею. При рішенні цієї задачі усі досліджувані процеси слід розділяти на дві суттєво різні групи. До першої групи потрібно віднести процеси і явища, які можна описати рівняннями, до другої, яка становить найбільший інтерес, – процеси і явища, які ще не мають математичного опису. У випадках, коли рівняння досліджуваних процесів невідомі, числа подібності можна знайти за теорією розмірностей. При наявності диференціальних рівнянь досліджуваних процесів числа подібності легко визначаються, як коефіцієнти рівнянь, які представлені в безрозмірному вигляді. Природно, що одержання критеріїв подібності при наявності рівнянь значно простіше, ніж при їх відсутності. Тому теорію розмірностей слід застосовувати для отримання критеріїв подібності тільки при дослідженні процесів, які не мають математичного опису.

Під моделлю розуміється об'єкт будь-якої природи (мислено уявлена або матеріально реалізована система), котрий, відображаючи чи відтворюючи

в певному сенсі об'єкт дослідження, здатний заміщати його так, що вивчення моделі дає нову інформацію про об'єкт.

Моделювання широко використовується в дослідженні систем різної природи, але особливого значення воно набуває в соціальному управлінні, в рамках методології системного підходу.

2.2 Опис та види моделювання

Моделювання – одна з основних категорій теорії пізнання. На ідеї моделювання, по суті, базується будь-який метод наукового дослідження. Основні види моделювання – фізичне і математичне.

Характерною рисою розглядуваного методу є можливість відтворення моделлю відповідно до завдань дослідження тих чи інших істотних властивостей, структур досліджуваного об'єкта, взаємозв'язків і відносин між його елементами. В процесі пізнання модель іде слідом за об'єктом, будучи певною його копією, а у відтворенні, конструюванні, навпаки, об'єкт йде слідом за моделлю, копіюючи її.

Модель фіксує існуючий рівень пізнання про досліджуваний об'єкт. Неможливо створити універсальну модель, котра могла б відповісти на всі запитання, що викликають інтерес; кожна з них дає лише наближений опис явища, причому в різних моделях знаходять відображення різні його властивості. До моделювання звертаються тоді, коли досліджувати реальний об'єкт з усією сукупністю його властивостей недоцільно, незручно або неможливо.

Моделювання – це метод, а модель — форма, засіб наукового пізнання. Метод моделювання володіє загальністю, оскільки змоделювати можна будь-який об'єкт: така можливість рівнозначна визнанню принципової їх пізнаваності.

Перевірка достовірності моделювання - процес визначення того, що модель або виконувана імітації точно представляє детальний концептуальний

опис, прийнятий розроблювачем. Перевірка достовірності також оцінює ступінь відповідності моделі або імітації змісту і проводиться з використанням прийнятих методів технології програмування.

Перевірка правильності – визначення, чи здається модель або імітація розумною людям, що добре інформовані щодо системи при її вивченні, заснованому на експлуатаційних показниках моделі. Цей процес не розглядає програмний код або логіку, а скоріше розглядає входи і виходи для гарантії їх уявної реалістичності або показності. Процес визначення ступеня точності, з яким модель або імітація відображає реальний чи створюваний світ.

Фізичне моделювання, при якому модель і об'єкт, що моделюється, мають одну і ту ж фізичну природу.

Математичне моделювання – моделювання, при якому модель являє собою систему математичних співвідношень, що описують певні технологічні, економічні чи інші процеси. У гірничій справі найчастіше застосовуються два способи математичного моделювання:

- аналітичний, що передбачає можливість точного математичного опису строго детермінованих систем,
- ймовірнісний, що дозволяє отримати не однозначне рішення, а його ймовірнісну характеристику (наприклад, параметрів шахти або яких-небудь параметрів технологічного процесу).

Математичне моделювання займає провідне місце в економічному аналізі, а також широко застосовується для опису технологічних процесів, таких об'єктів як масив гірських порід, транспортна система тощо.

2.3 Опис моделі

Слово «модель» прийшло в нашу мову з французької (modele), а походить від латинського modulus, що в дослівному перекладі означає «зразок» або «міра». Модель – це спрощене уявлення будь-якого пристрою,

процесу, явища. В іншій інтерпретації модель - це певна система, що дозволяє отримати уявлення про аналогічну системі.

Модель – це умовний або реальний зразок, які створюється для пізнання (вивчення) предметів, явищ і подій. Будь-яка модель повинна відповідати таким вимогам, як універсальність, точність, доцільність, адекватність і економічність.

Навчальні моделі – використовуються при навчанні. Це можуть бути наочні посібники, різні тренажери, навчальні програми.

Досвідчені моделі – це зменшені або збільшені копії проєктованого об'єкта. Використовують для дослідження та прогнозування його майбутніх характеристик.

Наприклад, модель корабля досліджується в басейні для вивчення стійкості судна при хитавиці, модель автомобіля «продувається» в аеродинамічній трубі з метою дослідження обтічності кузова, модель споруди використовується для прив'язки будівлі до конкретної місцевості і т.д.

Науково - технічні моделі – створюються для дослідження процесів і явищ. До таких моделей можна віднести, наприклад, прилад для отримання грозового електричного розряду або стенд для перевірки телевізорів.

Ігрові моделі – це військові, економічні, спортивні, ділові ігри. Ці моделі як би репетирують поведінку об'єкта в різних ситуаціях, програючи їх з урахуванням можливої реакції з боку конкурента, союзника або супротивника. За допомогою ігрових моделей можна надавати психологічну допомогу хворим, вирішувати конфліктні ситуації.

Імітаційні моделі непросто відображають реальність з тією чи іншою мірою точності, а імітують її. Експерименти з моделей проводять при різних вихідних даних. За результатами дослідження робляться висновки. Такий метод підбору правильного рішення отримав назву (метод проб і помилок). Наприклад, для виявлення побічних дій лікарських препаратів їх випробовують в серії дослідів над тваринами.

2.4 Класифікація моделей

Розглядаючи моделі з позиції галузі використання, можна сказати, що вони бувають:

- навчальні – наочні посібники, тренажери, навчальні програми;
- дослідні – створюються для дослідження характеристик реального об'єкта (модель теплохода перевіряється на стійкість, а модель літака – на аеродинамічні характеристики);
- науково-технічні – для дослідження процесів та явищ (ядерний реактор або синхрофазотрон);
- ігрові моделі – для вивчення можливої поведінки об'єкта в запрограмованих або непередбачених ситуаціях (військові, економічні, спортивні ігри тощо);
- імітаційні моделі – виконується імітація реальної ситуації, що багато повторюється для вивчення реальних обставин (випробування лікарських препаратів на мишах або інших тваринах, політ собаки в космос).

З урахуванням фактора часу моделі можуть бути динамічні та статичні. В першому випадку над об'єктом виконуються дослідження протягом деякого терміну, а в другому – робиться одноразовий зріз стану (наприклад, постійний нагляд сімейного лікаря та одноразове обстеження в поліклініці).

За способом представлення моделі можуть бути матеріальні та інформаційні.

Матеріальні моделі – це предметне відображення об'єкта зі збереженням геометричних та фізичних властивостей. Наприклад, іграшки, чучела тварин, географічні карти, глобус тощо – це матеріальні моделі реально існуючих об'єктів. Матеріальною моделлю можна також назвати хімічний або фізичний дослід. Ці моделі реалізують матеріальний підхід до вивчення об'єкта чи явища.

Інформаційна модель – це сукупність інформації, що характеризує властивості та стан об'єкта, процесу чи явища, а також взаємодію із зовнішнім світом. Інформаційні моделі можуть бути:

- вербальними – моделі, отримані в результаті розумової діяльності людини і представлені в розумовій або словесній формі;

- знаковими – моделі, що виражені спеціальними знаками (малюнками, текстами, схемами, графіками, формулами тощо).

У сучасному світі розв'язування складних наукових та виробничих задач неможливе без використання моделей та моделювання. Серед різних видів моделей особливе місце займають математичні моделі, тому що вони дозволяють враховувати кількісні та просторові параметри явищ і використовувати точні математичні методи.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВІРТУАЛЬНОЇ МОДЕЛІ ДАТЧИКА ШВИДКОСТІ ВІТРУ

3.1 Аналіз предметної області

Моніторинг – це комплексна система спостережень, збору, обробки, систематизації та аналізу інформації про стан навколишнього середовища, яка дає оцінку і прогнозує його зміни, розробляє обґрунтовані рекомендації для прийняття управлінських рішень.

Система державного моніторингу навколишнього середовища

ґрунтується на таких принципах:

- об'єктивність і достовірність;
- систематичність спостережень за станом навколишнього середовища та об'єктами впливу на нього;
- багаторівневність;
- узгодженість нормативного та методичного забезпечення;
- узгодженість технічного і програмного забезпечення;
- комплексність в оцінці екологічної інформації;
- оперативність проходження інформації між окремими ланками системи та вчасне інформування органів державної виконавчої влади;
- відкритість екологічної інформації для населення.

Актуальність і невідкладність вирішення проблем моніторингових досліджень полягають в тому, що хоча й існує низка відомих спостережень систем за станом довкілля, але вони не зведені в єдиний комплекс і не можуть ефективно виконувати узагальнюючу функцію оцінки стану і рівня використання ресурсів, з тим щоб прогнозувати зміни і розробляти рекомендації для прийняття управлінських рішень щодо оптимізації господарської діяльності і природокористування в окремих регіонах.

Основними завданнями екологічного моніторингу є:

- організація єдиної державної системи контролю за складовими природного середовища;
- налагодження автоматизованої системи збору, обробки, узагальнення і зберігання інформації про кількість і стан природних ресурсів (банк даних);
- оцінка природно-ресурсного потенціалу та можливого рівня використання ресурсів;
- інвентаризація джерел забруднення і вивчення ступеня антропогенного впливу на компоненти природного середовища;
- моделювання і прогноз змін екологічної ситуації та рівня здоров'я довкілля;
- розробка управлінських рішень, спрямованих на забезпечення раціонального природокористування і сталий розвиток регіону.

3.2 Аналіз предметної області з точки зору задачі дослідження

Рух повітря відносно земної поверхні називається вітром. Як правило, мається на увазі горизонтальна складова руху. Коли говорять про швидкість вітру, мають на увазі тільки числове її значення, тобто шлях, прохідний індивідуальним об'ємом повітря за одиницю часу відносно земної поверхні. Напрямок вектора швидкості називається напрямком вітру. За напрям вітру приймається азимут точки, звідки дме вітер, відлічуваний від точки півночі через схід. Швидкість вітру виражається в метрах в секунду (м / с). При обслуговуванні авіації швидкість вітру висловлюють в кілометрах в годину (км / год), а при обслуговуванні морського флоту в вузлах, тобто в морських милях на годину. Щоб перевести швидкість вітру з метрів в секунду в вузли, досить помножити число метрів в секунду на 2. Швидкість вітру оцінюється і в балах по так званою шкалою Бофорта. За шкалою весь інтервал можливих значень швидкості вітру ділиться на 12 градацій. Кожна одиниця шкали

пов'язує швидкість вітру з різними його ефектами, такими як ступінь хвилювання моря, хитання гілок дерев, поширення диму з труб і т.д. В даний час ця шкала вийшла з ужитку. Розрізняють згладжену швидкість вітру, тобто деяку середню величину швидкості за певний зазвичай невеликий проміжок часу, протягом якого проводяться спостереження, і миттєву швидкість вітру в даний момент (вимірювану дуже малоінерційним приладом). Миттєва швидкість вітру зазначає пориви і раптове ослаблення вітру. Вона дуже сильно коливається близько згладженої швидкості, часом може бути значно менше або більше її. На метеорологічних станціях зазвичай вимірюють згладжену швидкість вітру, і надалі мова буде про неї. Середні швидкості вітру біля земної поверхні близькі до 5-10 м/с. І рідко перевищують 12-15 м/с. У сильних атмосферних вихорах і штормах помірних широт швидкості можуть перевищувати 30м/с, а в окремих поривах досягати 60м/с. У тропічних ураганах швидкості вітру доходять до 65м/с, а окремі пориви, судячи з руйнуванням, перевищує 100м/с. У дрібномасштабних вихорах (смерчі, торнадо) можливі швидкості і більш 100м/с. У верхній тропосфері в так званих струменевих течіях середня швидкість вітру на великих просторах може доходити до 70-100м/с. Для атмосферних рухів характерна квазігоризонтальність. Це означає, що швидкості горизонтального переносу в 100-1000 разів перевищує вертикальні швидкості. Тільки в особливих умовах інтенсивно розвиненою конвекції і на обмежених територіях вертикальні складові швидкості руху повітря можуть досягати декількох метрів в секунду. Швидкість вітру в земної поверхні вимірюється анемометрами різної конструкції або флюгером Вільда. Найбільшого поширення набули анемометри з прийомними частинами у вигляді вертушок (чашковий анемометр, млиновий анемометр), які обертаються з більшою або меншою швидкістю в залежності від тиску на них вітру. У флюгер Вільда тиск, який чиниться вітром, відхиляє від положення рівноваги вертикально висить металеву дошку. За швидкістю обертання вертушки або за відхиленням дошки можна визначити швидкість вітру. Є конструкції,

засновані на манометричному принципі (трубка Піто) або на вимірюванні величини охолодження нагрітого тіла під дією вітру (термоанемометр). Є ряд конструкцій самописних приладів анемографів і (якщо вимірюється також напрямок вітру) анеморумбограф. Прилади для вимірювання вітру на наземних метеорологічних станціях встановлюються на висоті 10-12 м над землею поверхнею. Виміряний ними вітер і називається вітром у земної поверхні.

3.3 Основні поняття

Прилад для вимірювання швидкості вітру і визначення напрямку його дихання відомий як обсерватор, або анемометр. Застосовують такі пристрій при необхідності контролю над параметрами переміщення повітряних мас. Незважаючи на різноманітність анемометрів, які відрізняються конструктивно, більшість з них працюють за принципом визначення характеру дії повітряного потоку на рухливі обертові елементи. Прилади даної категорії здатні визначати максимальну поточну швидкість вітру при подиху потоку в певному напрямку. Окремі моделі видають показники об'ємної витрати повітря, температури потоку, вологості. Таким чином, функціональний прилад для вимірювання швидкості вітру перетворюється в портативну метеостанцію [4].

Анемометри призначені для вимірювання швидкості повітряного потоку.

Анемометри відіграють важливу роль у оптимальною і безперебійній роботі ряду об'єктів і систем. Призначені для визначення швидкості і напрямку потоку повітря. Спочатку використовувалися в першу чергу для вимірювання швидкості і напрямку вітру. Сьогодні, за винятком метеорологічних станцій, вони широко використовуються при визначенні середньої швидкості повітря в системах вентиляції і системах кондиціонування повітря в промислових і житлових будівель, в тунелях, шахтах.

Анемометри мають відносно нескладні структуру і принцип роботи. Згідно з історичними записами, перший анемометр був зроблений в п'ятнадцятому столітті за проектом італійського архітектора Леон Баттіста Альберті. Їх конструкція зазнала серйозний розвиток, поліпшена точність. До сучасних моделей належать ультразвукові анемометри і лазерні доплеровские пристрою.

Залежно від принципу роботи, анемометри діляться на дві основні групи. Перша включає в себе прилади для вимірювання витрати газу. Робота інших заснована на визначенні його тиску. Оскільки характеристики швидкості і тиску потоку газу тісно пов'язані, часто використовують загальний інструмент для визначення.

Анемометр складається з трьох основних частин – приймача, вторинного перетворювача і пристрої виявлення. Приймач відомий як чутливий елемент анемометра для первинного риформінгу. Вторинний риформінг є механічним, пневматичним або з електронним блоком управління, який, як припускає його назва, перетворює, підсилює і передає деформацію чутливого елемента до блоку звітності. Пристрій виявлення, як правило, є у вигляді шкали, індикатора або дисплея, на якому можна легко бачити результати.

Група анемометрів включає в себе різні конструкції, які можуть бути класифіковані на основі різних атрибутів. Найчастіше класифікуються вони в п'ять основних груп – механічні датчики, акустичне та оптичного устаткування, а також термоанемометри. У механічних анемометр робота заснована на аеродинамічних силах [5].

Бер чашка анемометри – найбільш поширені. Серед причин цього є їх порівняно проста конструкція і хороші метрологічні характеристики. Основні конструктивні елементи – напівсферичні чашки (три або чотири), що обертаються навколо вертикальної осі. Їх принцип дії заснований на різниці між опором повітря на увігнутою і опуклою частинах півсфер. Якщо опір повітря зростає пропорційно квадрату швидкості текучого середовища, вона

повинна змусити анемометр обертатися зі швидкістю, що дорівнює $1/4$ швидкості потоку. Так як імпеданс залежить від числа Рейнольдса, при вимірі з високою швидкістю потрібно окремі градації. Вони рекомендуються для виміру швидкостей від 2 до 30 м / с, відносна похибка становить близько 2%. Пристрої з перетворенням в електричний сигнал може покрити коливання від 1,2 до 60 м / с.

3.4 Класифікація

В залежності від способу вимірювання[3] та типу приймального пристрою датчики вітру поділяють на ряд типів (рис. 3.1):

- обертальні (крильчатні, чашкові);
- теплові;
- вихрові;
- динамометричні (з трубками Піто);
- ультразвукові (акустичні);
- оптичні (лазерні доплерівські).



Рисунок 3.1 – Класифікація датчиків в залежності від способу вимірювання та типу приймального пристрою

Найбільш поширеними є обертальні анемометри, що відрізняються типом приймаючого пристрою (чашка чи крильчатка).

Обертальній може бути оснащений чашками або лопатями, які грають роль чутливого елемента. Останні рухомо закріплюються на вертикальному стрижні і з'єднуються з вимірником. Переміщення повітряних потоків змушує такі вертушки обертатися навколо осі. У міру руху вимірювальний механізм фіксує кількість оборотів протягом певного часового відрізка. Візуальну інформацію видає шкала швидкості вітру або цифровий дисплей. Конструкції даного типу винайдені досить давно. Однак, незважаючи на появу досконаліших приладів, обертальні анемометри досі продовжують успішно експлуатуватися метеорологами по всьому світу.

В вихрових приладах вимірювання швидкості і напрямку вітру відбувається за рахунок впливу повітряних потоків на легке лопатеве колесо, розташоване в вертикальній площині. Як і в попередньому випадку, обертання крильчатки за допомогою впливу на систему зубчастих коліс передає дані в лічильного механізму. В даний найбільш поширені ручні вихрові анемометри. Останні використовуються для вимірювання швидкості повітряних потоків в вентиляційних системах і трубопроводах, встановлюються в повітроводах промислових і житлових об'єктів.

Чи не занадто затребувані теплові прилади. Найчастіше необхідність в їх застосуванні виникає при вимірюванні показників повільних повітряних потоків. Функціонує теплової датчик швидкості вітру за принципом вимірювання температури нитки розжарювання або спеціальної пластини, на яку чиниться тиск повітря. При різних показниках потоку виділяється певна кількість енергії, яке дозволяє підтримувати ту чи іншу температуру теплового елемента. Таким нехитрим способом і визначається швидкість вітру[5-6]. Прилад для вимірювання швидкості вітру може також функціонувати завдяки визначенню показників тиску вітрового потоку в середині запаяної з одного боку Г-образної трубки. Дані отримують на основі порівняння надлишкового повітряного тиску зовні і всередині елемента.

Динамометрический прилад для вимірювання швидкості вітру застосовується не тільки в метеорології. Встановлюються такі пристрої вентиляційних системах і газоходах, де обчислюють об'ємний витрата потоків і їх швидкість.

Принцип функціонування ультразвукових пристроїв даної категорії ґрунтується на визначенні швидкості звуку на приймачі в залежності від показників потоку повітряних мас. Тут представлені найбільш високоточні, сучасні пристрої, які також дозволяють фіксувати напрямок вітрових потоків. Виділяють тривимірні і двомірні ультразвукові прилади. Перші дають можливість отримувати показники напрямку переміщення потоків в трьох компонентах. У свою чергу, двомірний метеорологічний прилад дозволяє вимірювати напрямок і швидкість вітру тільки в горизонтальній площині. Деякі ультразвукові системи виробляють обчислення температури повітряних потоків.

Вчені-фізики, інженери, задіяні в космічних програмах, часто вдаються до застосування лазерних оптичних пристроїв для вимірювання швидкості і напрямку переміщення повітряних потоків. Працюють подібні пристрої за визначенням залежності розсіяного або відбитого об'єктом, що рухається світла від його швидкості. Даний спосіб не передбачає безпосереднього впливу газоподібних, твердих або рідких речовин на елементи вимірювального пристрою.

Сфера застосування оптичних анемометрів дуже широка, починаючи з визначення напрямків переміщення речовин в живих клітинах і капілярах і закінчуючи обчисленням швидкості руху газів в атмосфері. Експлуатація лазерних пристроїв допомагає з високою точністю розраховувати швидкість повітряних потоків навколо рухомих об'єктів, зокрема, автотранспорту, літальних апаратів, космічних тіл. Отримані розрахунки дають можливість дослідникам, інженерам і механікам розробляти найбільш аеродинамічні форми при конструюванні техніки[7].

На що слід звертати увагу при виборі приладу для вимірювання швидкості і напрямку переміщення повітряних потоків? Визначальне значення тут має перелік завдань, поставлених перед користувачем.

В даний час для роботи в умовах вкрай низьких температур можливе використання метеорологічних приладів з підігрівниками. Для рудників і шахт застосовують спеціалізовані анемометри, здатні справно функціонувати при високій запиленості навколишнього простору і у вибухонебезпечному середовищі. Такі функціональні прилади переносять вплив підвищеної вологості і залишаються працездатними при значних перепадах температур[8].

3.4.1 Чашкові анемометри

В чашкових анемометрах чутливим елементом є хрестовина з чотирма металевими чашками напівсферичної форми, що закріплені на осі. Якщо цей пристрій потрапляє в потік, то тиск повітря на внутрішню поверхню чашки перевищує тиск на її зовнішню поверхню, внаслідок чого виникає обертання лопаті. Вісь лопаті приєднана до вимірювального механізму, який підраховує кількість обертів за певний проміжок часу. Таким чином, чашкові анемометри проводять вимірювання швидкості потоку в площині, перпендикулярній до осі обертання чашок, миттєву, або усереднену в деякому проміжку часу. Чашкові анемометри в основному використовуються в метеорології для вимірювань на відкритих ділянках, оскільки характеризуються певною стійкістю до турбулентних потоків. Діапазон вимірювання чашкових анемометрів складає від 1 до 50 м/с.

3.4.2 Крильчатні анемометри

Крильчатні анемометри використовують для вимірювання швидкостей потоків в трубах, вентиляційних шахтах і каналах, в системах кондиціонування, тобто у випадках, коли маємо справу з постійним напрямком

руху потоку. Ці анемометри є більш чутливими і здатні вимірювати швидкості від 0,1 м/с. Приймаючий пристрій має вигляд крильчатки, яка приводиться в рух потоком газу. Крильчатка прикріплена до трубчастої осі, що в свою чергу приєднана до механізму підрахунку обертів за певний проміжок часу. В більш простих моделях крильчатка жорстко приєднана до вимірювального блоку, в інших – за допомогою гнучкого з'єднання для вимірювань у важкодоступних місцях.

3.4.3 Теплові анемометри

Менш поширені, проте дуже високоточні теплові анемометри. В основному, вони використовуються для вимірювання швидкостей повільних потоків, характеризуються низькою інерційністю, проте потребують постійного калібрування. Принцип роботи теплового анемометра полягає у вимірюванні температури пластини чи нитки розжарювання, на яку дме вітер. В залежності від швидкості вітру, необхідна різна енергія для того, щоб підтримувати температуру сталою. Тобто за температурою пластини можна визначити швидкість вітру.

3.4.4 Динамометричні анемометри

Вимірювання швидкості потоку повітря можна проводити також шляхом визначення тиску повітря всередині скляної Г-подібної трубки, закритої з одного кінця. Вона називається трубкою Піто, за ім'ям її винахідника. Швидкість руху повітря обчислюється шляхом порівняння надлишкового тиску повітря всередині трубки та зовні. Застосовується для визначення відносної швидкості і об'ємної витрати в газоходах і вентиляційних системах. Це так звані динамометричні анемометри.

3.4.5 Ультразвукові анемометри

Принцип роботи ультразвукового анемометра ґрунтується на вимірюванні швидкості звуку між передавачем та приймачем в залежності від швидкості вітру. Це високоточні сучасні анемометри, призначені також для вимірювань напрямку вітру. Розрізняють двомірні та тримірні ультразвукові анемометри. Двомірний анемометр може вимірювати швидкість і напрямок тільки горизонтальних потоків повітря. Тримірний анемометр здатний проводити вимірювання трьох компонент напрямку руху потоку. Крім того, ультразвуковий анемометр має можливість вимірювати ще й температуру повітря ультразвуковим методом.

3.4.6 Лазерні доплерівські анемометри

Інженери Aerospace і фізики часто використовують лазерні доплерівські анемометри. Цей тип анемометрів працює за принципом залежності частоти світла, відбитого чи розсіяного рухомим об'єктом (ефект Доплера), від швидкості цього об'єкта. Це метод безконтактного вимірювання швидкості потоку газоподібних, рідких і твердих середовищ, що містять світлорозсіюючі неоднорідності, тобто швидкість вимірюється без збурення потоку. Коло задач для цього методу дуже широке, від вимірювань повільних направлених рухів в капілярах і живих клітинах, до дистанційних вимірювань турбулентної швидкості потоків газу в надзвукових трубах та швидкості вітру в атмосфері. Величини швидкостей можуть мати значення від мкм/с до км/с. Лазерні анемометри допомагають розрахувати швидкість вітру навколо автомобілів, літаків і космічних апаратів. Такі дослідження дають можливість інженерам зробити транспортні засоби більш аеродинамічними.

3.5 Порівняльні характеристики

Найпростіша модель анемометра ТМ-740 має шестилопатеву крильчатку діаметром 30 мм, яка жорстко з'єднана з вимірювальним блоком (рис. 3.2). Призначена для вимірювання швидкості потоку повітря в діапазоні 0,4-25 м/с. (Інші одиниці вимірювання: км/год, миль/год, вузли, фут/хв). Роздільна здатність на рівні 0,1 м/с та похибка $\pm 2\%$ дозволяє проводити достатньо прецизійні вимірювання, а набір додаткових функцій, таких як утримання даних, розрахунок максимального, мінімального та середнього значення, автоматичного відключення роблять процес використання комфортним. Крім того є можливість вимірювання температури в діапазоні $-20\sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($-4\sim 122\text{ }^{\circ}\text{F}$).

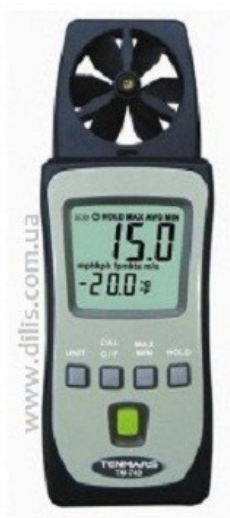


Рисунок 3.2 – Анемометр ТМ-740

Анемометри ET-935 (рис. 3.3) та TA-1100 можна віднести до середнього класу за параметрами ціна-якість. Це термоанемометри, оснащені крильчаткою на гнучкому шнурі, що відкриває більш широкі можливості для вимірювань у важкодоступних місцях, таких як вентиляційні шахти, повітропроводи тощо. Діапазон вимірювання швидкості потоку таких

термоанемометрів від десятих м/с до 30 м/с, що дозволяє працювати в різних умовах. Присутні і додаткові можливості, такі як утримання даних та розрахунок максимального значення в моделі ТА-1100, розрахунок середнього значення в моделі ЕТ-935, а також індикація низького заряду та автовимкнення. Інші одиниці вимірювання км/год, миль/год, морські милі/год, фут/хв. Ці моделі термоанемометрів оснащені датчиком з діапазоном вимірювання температури від -10 до 60°C (ЕТ-935 від -20 до 60°C).



Рисунок 3.3 – Анемометр ЕТ-935

До висококласних моделей віднесемо термоанемометр HD 2303.0 (рис. 3.4) від одного з провідних виробників контрольно-вимірювального обладнання DELTA OHM, Італія.

Цей термоанемометр призначений для вимірювання швидкості повітряного потоку, витрати і температури повітря всередині трубопроводів і вентиляційних отворів та шахт. Цілий ряд крильчаток різного діаметру, які

сумісні з вимірювальним блоком, забезпечать прецизійний результат в різних умовах та для різних середовищ. Температура вимірюється зондами занурення, проникнення або контакту. Температурний діапазон експлуатації термоанемометра від -5 до +50°C, корпус має ступінь захисту від вологи та пилу IP 67.



Рисунок 3.4 – Термоанемометр HD 2303.0

Окремо слід відзначити мультифункціональні анемометри, що разом з власне анемометром, поєднують в собі інші функціональні можливості. Наприклад, Модель ET-965 являє собою унікальний прилад (5 в 1), спеціально створений для комплексного екологічного контролю стану середовища в закритих приміщеннях. Дозволяє вимірювати такі параметри як: освітленість (люксметр), температура (термометр), швидкість повітря (анемометр), відносна вологість повітря (гігрометр), шум (шумомір). Характеризується високою точністю роздільною здатністю для всіх вимірювальних параметрів, має додаткові функції розрахунку максимуму/мінімуму, індикація про низький заряд та перевищення вимірювального діапазону. Призначений для застосування в навчальних закладах, офісних приміщеннях, складських приміщеннях, торгівельних залах тощо.

Анемометри AZ-96792 та AZ-8919 (AZ Instrument, Тайвань) також є мультифункціональними. Вони прості та зручні в користуванні, забезпечують високоточні результати вимірювань, мають ряд додаткових можливостей для зручності користувача, все це у поєднанні з помірною ціною як для приладів такого класу.

Модель AZ-96792 (рис. 3.5) обладнана телескопічним зондом з крильчаткою 18мм для вимірювань швидкості потоку повітря у важкодоступних місцях, працює в ручному та автоматичному режимі, забезпечує вимірювання/запис наступних параметрів: швидкість руху повітря, об'ємна витрата повітря, вологість, температура, точка роси та температура мокрого термометра. Цей анемометр фактично є портативною метеостанцією! Має можливість підключення до ПК для збору подальшого аналізу отриманих результатів вимірювань[10-12].



Рисунок 3.5 – Модель анемометра AZ-96792

Анемометр-аналізатор AZ-8919 (рис. 3.6) крім можливостей попередньої моделі, додатково контролює рівень вуглекислого газу в повітрі, для чого обладнаний високоточним недисперсійним інфрачервоним датчиком (NDIR). Зонд крильчатого типу діаметром 10 см та конус для забору повітряного потоку дозволяють вимірювати швидкість потоку в межах від 0,2 до 30 м/с. Вимірює також об'ємну витрату повітря, вологість, температуру,

точку роси, температуру мокрого термометра. Має функції максимального та мінімального значення, необмежену кількість точок для розрахунку середнього значення, підсвічування.



Рисунок 3.6 – Анемометр-аналізатор AZ-8919

4 РОЗРОБКА МЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ СТАНЦІЇ З МОДЕЛЮВАННЯМ ДАТЧИКА ШВИДКОСТІ ВІТРУ

4.1 Аналіз програмного забезпечення

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench – середовище розробки лабораторних віртуальних приладів) є середовищем програмування, за допомогою якої ви можете створювати додатки, використовуючи графічне представлення всіх елементів алгоритму, що відрізняє її від звичайних мов програмування, таких як C, C++ або Java, де програмують, використовуючи текст. Однак LabVIEW є значно більше, ніж просто алгоритмічна мова. Це середовище розробки і виконання програм, призначена для дослідників - науковців і інженерів, для яких програмування є лише частиною роботи. LabVIEW функціонує на комп'ютерах, що працюють під управлінням всіх поширених операційних систем: Windows, MacOS, Linux, Solaris і HP-UX[13-15].

Потужна графічна мова програмування LabVIEW дозволяє в сотні разів збільшити продуктивність праці. Створення закінченого додатка за допомогою звичайних мов програмування може відняти дуже багато часу - тиждень або місяці, тоді як з LabVIEW потрібно лише кілька годин, оскільки пакет спеціально розроблений для програмування різних вимірів, аналізу даних і оформлення результатів. Так як LabVIEW має гнучкий графічний інтерфейс і простий для програмування, він також відмінно підходить для моделювання процесів, презентації ідей, створення додатків загального характеру і просто для навчання сучасного програмування.

Вимірювальна система, створена в LabVIEW, має велику гнучкість в порівнянні зі стандартним лабораторним приладом, тому що вона використовує різноманіття можливостей сучасного програмного забезпечення. Комп'ютер, що обладнаний вбудованою вимірювально-керуючою апаратною частиною, і LabVIEW складають повністю налаштовувемий віртуальний прилад для виконання поставлених завдань. За

допомогою LabVIEW допустимо створити необхідний тип віртуального приладу при дуже малих витратах в порівнянні зі звичайними інструментами. При необхідності ви можете внести в нього зміни буквально за хвилини[16].

Сучасні засоби розробки прикладного програмного забезпечення надають широкий вибір інструментів, як для досвідчених програмістів, так і для не досвідчених в програмуванні користувачів. Ці засоби дозволяють створювати призначені для користувача програми безпосередньо на стандартних мовах програмування, наприклад C/C++, Basic, а також за допомогою спеціальних бібліотек, що є основою ряду інструментальних програмних засобів. Пакети для розробки прикладного програмування для систем автоматизації за своїм основним призначенням поділяються на дві основні групи:

- пакети програм labview, Measurement Studio, LabWindows / CVI, Agilent VEE і т.п. орієнтовані, в основному, на використання в системах автоматизації лабораторного експерименту і випробувань, хоча можуть застосовуватися і при створенні інших додатків, які пов'язані із взаємодією з вимірювально-керуючим обладнанням;

- пакети LabVIEW / DSC, Lookout, InTouch, «Трейс Моуд» призначені для створення прикладного програмного забезпечення в автоматизованих системах управління технологічними процесами (АСУТП) і промислової автоматики (системи SCADA-Supervisory Control And Data Acquisition).

За способом програмування ці пакети діляться на наступні:

- текстові або текстово-графічні (Pascal, Delphi, LabWindows / CVI, Measurement Studio, Visual Basic, Visual C / C ++), що використовують елементи візуального текстового програмування для створення призначеного для користувача інтерфейсу програми та орієнтовані в першу чергу на досвідчених програмістів;

- графічні об'єктно-орієнтовані (InTouch, «Трейс Моуд»), засновані на застосуванні графічних образів об'єктів АСУТП як елементи програмування;

- графічні функціонально-орієнтовані (LabVIEW, LabVIEW / DSC, Agilent VEE), що використовують функціонально-логічний принцип конструювання (малювання) і графічного представлення алгоритмів програм.

Графічні пакети легко освоюються не тільки програмістами - професіоналами, але і користувачами, які не мають досвіду програмування. З одного боку сучасні графічні системи дозволяють створювати програми, практично не поступаються за ефективністю програм, написаним в текстових пакетах. З іншого боку в більшості випадків графічні програми більш наочні, легше модифікуються і налагоджують, швидше розробляються. Безсумнівним достоїнством графічних систем програмування є те, що розробником програми може бути сам постановник завдання - інженер, технолог.

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) дозволяє розробляти прикладне програмне забезпечення для організації взаємодії з вимірювальної і керуючої апаратурою, збору, обробки і відображення інформації та результатів розрахунків, а також моделювання як окремих об'єктів, так і автоматизованих систем в цілому. Розробником LabVIEW є американська компанія National Instruments[17-18].

На відміну від текстових мов, таких як C, Pascal і ін., Де програми складаються у вигляді рядків тексту, в LabVIEW програми створюються у вигляді графічних діаграм, подібних звичайним блок-схемами. Іноді можна створити додаток, взагалі не торкаючись до клавіатури комп'ютера.

LabVIEW є відкритою системою програмування і має вбудовану підтримку всіх вживаних в даний час програмних інтерфейсів, таких як Win32 DLL, COM.NET, DDE, мережевих протоколів на базі IP, DataSocket і ін. До складу LabVIEW входять бібліотеки управління різними апаратними засобами і інтерфейсами, такими як PCI, CompactPCI / PXI, VME, VXI, GPIB (КОП), PLC, VISA, системами технічного зору та ін. Програмні продукти, створені з використанням LabVIEW, можуть бути доповнені фрагментами, азработаними на традиційних мовах програмування, наприклад C/c++,

Pascal, Basic, FORTRAN. І навпаки можна використовувати модулі, розроблені в LabVIEW в проектах, які створюються в інших системах програмування. Таким чином, LabVIEW дозволяє розробляти практично будь-які додатки, які взаємодіють з будь-якими видами апаратних засобів, підтримуваних операційною системою комп'ютера.

LabVIEW - прикладна програма розробки призначених для користувача додатків, дуже схожа з мовами C або БЕЙСІК, або National Instruments LabWindows/CVI. Однак, LabVIEW відрізняється від цих прикладних програм в одному важливому відношенні. Інші системи програмування використовують текстово - орієнтовані мови, для створення рядків вихідного коду програм, в той час як LabVIEW використовує графічний мову програмування, під кодовою назвою "G", для створення програм у формі блок-схеми[19].

LabVIEW, подібно C або Бейсік, є універсальною системою програмування з потужними бібліотеками функцій для різних завдань програмування. LabVIEW включає в себе бібліотеки інструментів для:

- збору даних;
- обмін даними з пристроєм по GPIB (Багатофункціональний Інтерфейс фірми HP);
- обмін даними з пристроєм за стандартом RS-232,;
- аналізу даних;
- представлення даних;
- зберігання оброблених даних на носіях різного типу.

LabVIEW також включає стандартні засоби автоматичного проектування додатків, такі, що ми можемо встановлювати контрольні точки, представляти у вигляді стендової моделі виконання нашої програми, так, щоб бачити, як дані проходять через програму крок за кроком, щоб спростити розуміння процесів, що відбуваються.

LabVIEW створений для полегшення роботи з програмування ваших завдань. Для цієї мети є розширена бібліотека функцій і готових до

використання підпрограма, які реалізують велику кількість типових задач програмування і тим самим позбавляють нас від рутинної метушні з показниками, розподілом пам'яті та іншого шаманства, що присутнє у традиційних мовах програмування. У LabVIEW також містяться спеціальні бібліотеки віртуальних приладів для введення/виведення даних з вбудованих апаратних засобів (data acquisition - DAQ), для роботи з каналом загального користування (КЗК, General Purposes Interface Bus - GPIB), управління пристроями через послідовний порт RS-232, програмні компоненти для аналізу, уявлення і збереження даних, взаємодії через мережі Internet. Бібліотека аналізу (Analysis) містить безліч корисних функцій, включаючи генерування сигналу, його обробку, різні фільтри, вікна, статистичну обробку, регресійний аналіз, лінійну алгебру і арифметику масивів[20].

Програмування в системі LabVIEW максимально наближене до поняття алгоритм. Після того, як ми продумаємо алгоритм роботи своєї майбутньої програми, нам залишиться лише намалювати блок-схему цього алгоритму з використанням графічного мови програмування «G». Нам не буде потрібно думати про осередках пам'яті, адреси, портах введення-виведення, переривання та інших атрибутах системного програмування. Дані будуть передаватися від блоку до блоку по «проводам», оброблятися, відображатися, зберігатися відповідно до вашим алгоритмом. Мало того, сам потік даних буде керувати ходом виконання вашої програми. Ядро LabVIEW може автоматично використовувати ефективні сучасні обчислювальні можливості, такі як багатозадачність, багатопоточність і т.п.

Процес програмування в LabVIEW схожий на збірку будь-якої моделі з конструктора. Програміст формує призначений для користувача інтерфейс програми - «мишкою» вибирає з наочних палітр-меню потрібні елементи (кнопки, регулятори, графіки.) І поміщає їх на робоче поле програми. Аналогічно «малюється» алгоритм - з палітр-меню вибираються потрібні підпрограми, функції, конструкції програмування (цикли, умовні конструкції та ін.). Потім також мишкою встановлюються зв'язки між елементами -

створюються віртуальні дроти, по яких дані будуть слідувати від джерела до приймача. Якщо при програмуванні випадково буде зроблена помилка, наприклад якийсь провід буде підключений «не туди», то в більшості випадків LabVIEW відразу зверне на це увагу програміста. Після того, як алгоритм - блок-схема намальований, програма готова до роботи.

Крім бібліотек, що входять до складу комплекту поставки системи LabVIEW, існує безліч додатково розроблених програм. Багато з них вільно доступні через Internet. Власні розробки користувачів, накопичені в процесі роботи, можуть розміщуватися в нових бібліотеках і можуть бути багаторазово використані в подальшому.

Система програмування LabVIEW має вбудований механізм налагодження додатків. У процесі налагодження розробник може призначати точки зупинки програми, виконувати програму «по кроках», візуалізувати процес виконання програми та контролювати будь-які дані в будь-якому місці програми.

Система LabVIEW дозволяє захистити програми від несанкціонованого зміни або перегляду їх вихідного коду. При цьому розробник може або використовувати паролі на доступ до додатків, або зовсім видалити вихідний код з програмному забезпеченні.

Завдяки своїй графічній природі LabVIEW - це пакет ефективного відображення і представлення даних. Вихідні дані можуть бути показані в будь-якій формі, яку ви побажаєте. Діаграми, графіки стандартного виду, а також оригінальна призначена для користувача графіка (user-defined graphics) складають лише малу частину можливих способів відображення вихідних даних[21].

Програма LabVIEW легко портативована на інші платформи: ми можемо створити додаток на Macintosh, а потім запустити його в Windows, для більшості додатків практично нічого не змінюючи в програмі. Додатки, створені на LabVIEW, якісно покращують роботу у багатьох сферах діяльності людини - як в автоматизації технологічних процесів, так і в

біології, сільському господарстві, психології, хімії, фізики, освіті і безлічі інших.

Програми LabVIEW називаються віртуальними приладами (ВП, virtual instruments – VI), так як вони функціонально і зовні подібні реальним (традиційним) приладів. Однак вони настільки ж подібні програмами і функціями на популярних мовах програмування, таких як C або Basic. Тут і далі ми будемо називати програми LabVIEW віртуальними приладами або ВП, причому незалежно від того, співвідноситься їх вид і поведінка з реальними приладами чи ні.

LabVIEW – прикладна програма розробки Призначення для користувача Додатків, дуже схожа з мовами C або БЕЙСІК, або National Instruments LabWindows/CVI. Однак, LabVIEW відрізняється від цих прикладних програм в одному важливому відношенні. Інші системи програмування Використовують текстово - орієнтовані мови, для створення рядків вихідного коду програм, в той же час як LabVIEW використовує графічний мову програмування, під кодовою назв "G", для створення програм у формі блок-схеми.

LabVIEW, подібно C або Бейсік, є універсальною системою програмування з потужною бібліотекою функцій для різних завдань програмування[22-23]. LabVIEW Включає в себе бібліотеки інструментів для:

- збору даних;
- обмін даними з пристроєм по GPIB (Багатофункціональний Інтерфейс фірми HP);
- обмін даними з пристроєм за стандартом RS-232;
- аналізу даних;
- представлення даних;
- зберігання оброблення даних на носіях різного типу.

LabVIEW також включає стандартні засоби автоматичного проектування додатків, такі, що можна встановлювати контрольні точки,

представляти у виде стендової моделі виконання програми, так, щоб бачити, як дані проходять через програму крок за кроком, щоб спростити розуміння процесів, що відбуваються.

Дійсно, побудувати SCADA - систему в LabVIEW дещо простіше ніж при використанні «традиційних» коштів розробки. У даній статті мені хотілося б показати, що можлива область застосування LabVIEW дещо ширше. Це принципово інша мова програмування, або якщо хочете ціла «філософія» програмування. Функціональній мову, що змушує трохи інакше мислити і часом надає абсолютно фантастичні можливості для розробника. Чи є LabVIEW мовою програмування взагалі? Це спірне питання - тут немає стандарту, як, наприклад ANSI C. У вузьких колах розробників ми говоримо, що пишемо на мові «G». Формально такої мови не існує, але в цьому і полягає принадність цього кошти розробки: від версії до версії в мову вводяться все нові конструкції. Складно уявити, що в наступній реінкарнації Сі з'явиться, наприклад, нова структура для for-циклу. А в LabVIEW таке цілком можливо. Втім треба зауважити, що LabVIEW входить в рейтинг мов програмування ТЮВЕ, займаючи на даний момент тридцятому місці - десь між Прологом і Фортраном.

Компанія National Instruments була створена в 1976 році трьома засновниками – Джеффом Кодоскі (Jeff Kodosky), Джеймсом Тручардом (James Truchard) і Біллом Новлінім (Bill Nowlin) в американському місті Остін (Austin), штат Техас. Основною спеціалізацією компанії були інструментальні засоби для вимірювань і автоматизація виробництва.

LabVIEW - універсальна система програмування, але також включає бібліотеки функцій і засобів проектування, розроблених виразно для збору даних і інструментів управління та обробки даних. Програми LabVIEW названі віртуальними приладами (VIs), тому що їх дії і зовнішній вигляд може імітувати реальні прилади. У той же час, VIs подібні до функцій стандартних мов програмування. Однак, VIs мають ряд переваг перед

функцій стандартних мов програмування: VIs більш наочні, прості для конструювання вимірювальних модулів і взаємодії з оператором[24].

Внутрішня структура VIs є для користувача "чорним ящиком" з відомими входами і виходами, що спрощує застосування VIs і забезпечує автоматичну сумісність різних VIs. Однак в цьому можна виявити істотний недолік. Через те, що невідома внутрішня структура VIs, то не відомі і похибки, що виникають всередині VIs. Відповідно, в разі якщо похибки не задокументовані їх доводиться приймати рівними нулю.

Перша версія LabVIEW побачила світ через десять років після створення компанії - в 1986 році (це була версія для Apple Mac). Інженери NI вирішили кинути виклик «традиційним» мов програмування і створили повністю графічне середовище розробки. Основним ідеологом графічного підходу став Джефф. Рік за роком випускалися нові версії. Першою кроссплатформенної версією (включаючи Windows) була третя версія, випущена в 1993 році.

Графічна мова програмування «G», який використовується в LabVIEW, заснований на архітектурі потоків даних. Послідовність виконання операторів в таких мовах визначається не порядком їх слідування (як в імперативних мовах програмування), а наявністю даних на входах цих операторів. Оператори, не пов'язані з даними, виконуються паралельно в довільному порядку.

В основі програмування в LabVIEW лежить поняття Віртуальних приладів (Virtual Instruments, VI). На лицьовій панелі, як і належить, розташовуються елементи управління програмою - кнопки, графіки, вимикачі тощо. Блок-схема - це, по суті, і є сама програма. При написанні (а вірніше створенні, тому що писати доводиться не так вже й багато) програми використовується таке поняття, як «потік даних» (Data Flow). Суть його в тому, що всі елементи програми (які представлені графічно) зв'язуються між собою зв'язками (проводами, нитками) за якими і відбувається передача даних.

LabVIEW можна використовувати для того, щоб управляти різним обладнанням, таким, як, пристрої збору даних, різні датчики, пристрої спостереження, рухові пристрої (наприклад, крокові мотори) тощо, а так само GPIB, PXI, VXI, RS-232 b RS-484 пристрою. Також в LabVIEW є вбудовані засоби для підключення створених програм до мережі, використовуючи LabVIEW Web Server і різні стандартні протоколи і засоби, такі як TCP/IP і ActiveX.

Використовуючи LabVIEW, можна створювати додатки для тестування та вимірювань, збору даних, управління різними зовнішніми пристроями, генерації звітів. Так само можна створити незалежні виконувані файли і бібліотеки функцій, такі як DLL, так як LabVIEW - це повноцінний 32-бітний компілятор.

Переваги LabVIEW:

- повноцінна мова програмування;
- інтуїтивно зрозумілий процес графічного програмування;
- широкі можливості збору, обробки та аналізу даних, управління приладами, генерації звітів і обміну даних через мережеві інтерфейси;
- драйверного підтримка понад 2000 приладів;
- можливості інтерактивної генерації коду;
- шаблони додатків, тисячі прикладів;
- висока швидкість виконання відкомпільованих програм;
- сумісність з операційними системами Windows2000 / NT / XP, Mac OS X, Linux і Solaris.

LabVIEW підтримує величезний спектр обладнання різних виробників і має в своєму складі (або дозволяє додавати до базового пакету) численні бібліотеки компонентів:

- для підключення зовнішнього обладнання по найбільш поширеним інтерфейсів і протоколів (RS-232, GPIB 488, TCP / IP та ін.);
- для віддаленого управління ходом експерименту;
- для керування роботами і системами машинного зору;

- для генерації і цифрової обробки сигналів;
- для застосування різноманітних математичних методів обробки даних;
- для візуалізації даних і результатів їх обробки (включаючи 3D-моделі);
- для моделювання складних систем;
- для зберігання інформації в базах даних і генерації звітів;
- для взаємодії з іншими додатками в рамках концепції COM / DCOM / OLE та ін.

Разом з тим LabVIEW - дуже проста і інтуїтивно зрозуміла система. Недосвідчений користувач, не будучи програмістом, за порівняно короткий час (від декількох хвилин до декількох годин) здатний створити складну програму для збору даних і управління об'єктами, що володіє гарним і зручним людино-машинним інтерфейсом. Наприклад, засобами LabVIEW можна швидко перетворити старий комп'ютер, забезпечений звуковою картою, в потужну вимірювальну лабораторію.

LabVIEW знаходить застосування в найрізноманітніших сферах людської діяльності. Відповідно до своєї назви він спочатку використовувався в дослідницьких лабораторіях, так і в даний час є найбільш популярним програмним пакетом як в лабораторіях фундаментальної науки (наприклад, Lawrence Livermore, Argonne, Batelle, Sandia, Jet Propulsion Laboratory, White Sands і Oak Ridge в США, CERN в Європі), так і в галузевих промислових лабораторіях. Все більш широке застосування LabVIEW знаходить в освіті, в університетських лабораторних практикумах - особливо з предметів електротехніки, механіки і фізики.

Поширення LabVIEW за межами лабораторій пішло в усіх напрямках: вгору (на борту космічних апаратів), вниз (на підводних човнах) і по горизонталі (від бурових установок в Північному морі до промислових підприємств в Новій Зеландії). У зв'язку із зростанням можливостей Internet сфера застосування LabVIEW стала розширюватися не тільки в

географічному, а й у віртуальному просторі (cyberspace). Все більше число розробників створює віртуальні прилади, що допускають віддалене управління і спостереження через Internet. Вимірювальні системи на основі віртуальних приладів відрізняються своєю багатофункціональністю, гнучкістю і низькою вартістю як з точки зору обладнання, так і з точки зору витрат часу на розробку.

В даний час LabVIEW широко застосовується в наступних сферах:

- автомобільна промисловість;
- телекомунікації;
- аерокосмічна промисловість;
- напівпровідникова промисловість;
- розробка і виробництво електроніки;
- управління технологічними процесами;
- біомедицина.

Супутні продукти та технології

BridgeVIEW - різновид LabVIEW, що позиціонується як повноцінна SCADA-система і призначена для роботи в складі систем промислової автоматизації (АСУ ТП). Зважаючи на відсутність помітного комерційного успіху, розвиток системи припинено[25].

LabVIEW RT - технологія фірми National Instruments, що дозволяє створювати засобами LabVIEW системи жорсткого реального часу. Передбачає взаємодію LabVIEW-програми, що працює на звичайному персональному комп'ютері, і надшвидкого і надкомпактного додатки, що виконується на мікроконтролері, вбудованому в спеціалізоване вимірювальне обладнання фірми National Instruments.

LabWindows – продукт фірми National Instruments, який реалізує концепції не графічного, а візуального програмування. Лицьова панель віртуального приладу формується так само, як і в LabVIEW, а алгоритм роботи віртуального приладу програмується на мові Сі. LabWindows дозволяє створювати автономно виконуються EXE-програми.

Версії програмного забезпечення

LabVIEW Base Package. Базовий пакет LabVIEW.

Base Package являє собою мінімальну комплектацію LabVIEW. Він використовується для створення стандартних додатків збору, аналізу і відображення даних, а також управління приладами.

LabVIEW Full Development System. Повний комплект LabVIEW Full Development.

System найкраще підходить для здійснення введення/виводу сигналів, аналізу результатів вимірювань і складання звітів. Цей комплект містить всі функції базового пакета LabVIEW Base Package плюс бібліотеку аналізу, що містить більше 400 математичних функцій, а також додаткові кошти розробки вимірювальних систем, подієво-керованого програмування і додаткові кошти створення призначеного для користувача інтерфейсу.

LabVIEW Professional Development System. Професійний комплект розробника LabVIEW.

Professional Development System включає всі функції комплекту LabVIEW Full Development System, а також додаткові інструменти для створення складних додатків командою розробників і для користувачів, що працюють з великою кількістю ВП. Для створення окремо виконуваних файлів і бібліотек DLL в пакет входить програма LabVIEW Application Builder. Управління вихідними кодами, комплексні вимірювальні засоби і графічне диференціювання служать для налагодження, оптимізації та контролю якості додатку. У комплект також включені п'ять ліцензій на віддалене управління додатками за допомогою стандартного Інтернет браузера.

Додаткові модулі і тулкіта до LabVIEW.

LabVIEW FPGA Module (модуль для програмування)

Створення LabVIEW додатків, що запускаються на реконфігурованих системах введення/виводу сигналів компанії NI швидкісне, детерміноване

апаратне виконання блок-діаграм з періодом виконання циклів до 25 нс. Паралельне виконання декількох завдань.

LabVIEW Embedded Development Module (модуль для програмування вбудованих мікропроцесорів).

Високорівневе графічне програмування. Понад 400 вбудованих функцій чисельного аналізу і обробки сигналів. Інтерактивні засоби налагодження додатків. Підтримка OCDI (on-chip debug interface). Генерація С кодів для інтеграції із засобами розробки додатків виробників мікропроцесорів.

LabVIEW DSP Module (програмування сигнальних процесорів NI SPEEDY-33 і TI DSK)

Сотні вбудованих функцій для роботи з сигнальними процесорами. Експрес ВП для прискорення процесу розробки додатків. Робота з трьома типами сигнальних процесорів. Підтримка цифрових фільтрів. Розробка автономних додатків.

LabVIEW PDA Module (модуль для програмування КПК)

Розробка додатків для КПК (Palm OS і Microsoft Pocket PC 2003) з використанням LabVIEW. Підтримка CompactFlash або PCMCIA пристроїв збору даних, цифрових мультиметрів і пристроїв CAN. Обмін даними по протоколах Bluetooth, Wi-Fi, IrDA, RS232.

LabVIEW Vision Development Module (модуль технічного зору)

Вимірювання відстаней і кутів. Високорівневі функції машинного зору і обробки відеозображень. Обробка чорно-білих, кольорових та бінарних зображень. Високошвидкісний пошук за шаблоном. Передача потокового запис на диск з підтримкою формату AVI.

LabVIEW Datalogging and Supervisory Control Module (модуль АСУТП)

Реєстрація даних. Засоби безпеки. Обробка тривоги і реєстрація подій OPC з'єднання.

Завдяки своїй гнучкості і масштабованості, LabVIEW може використовуватися на всіх етапах технологічного процесу: від моделювання та розробки прототипів продуктів до широкомасштабних виробничих

випробувань. Застосування інтегрованого середовища LabVIEW для вимірювання сигналів, обробки результатів і обміну даними підвищить продуктивність всього підприємства.

Супутні продукти та технології

BridgeVIEW - різновид LabVIEW, що позиціонується як повноцінна SCADA-система и призначена для роботи в складі систем промислової автоматизації (АСУ ТП). Зважаючи на відсутність помітного комерційного успіху, розвиток системи припинено.

LabVIEW RT - технологія фірми National Instruments, що дозволяє створювати засоби LabVIEW системи реального часу. Має на увазі взаємодію LabVIEW-програми, що працює на звичайному персональному комп'ютері і надшвидкого та надкомпактного додатка, що виконується на мікроконтролері, що вбудований в спеціалізоване вимірювальне обладнання фірми National Instruments.

LabWindows - продукт фірми National Instruments, який реалізує концепції не графічного, а візуального програмування. Лицьова панель віртуального приладдати формується так само, як и в LabVIEW, а алгоритм роботи віртуального приладдати програмується на мові Сі. LabWindows дозволяє створювати EXE-програми, що автономно виконується.

Спеціальний компонент LabVIEW - Application Builder, дозволяє виконувати LabVIEW-програми на тих комп'ютерах, на яких не встановлена повна середовище розробки.

У LabVIEW розробляються програмні модулі називаються «Virtual Instruments» (Віртуальні Інструменти) або по-простому VI. Вони зберігаються в файлах з розширенням *.vi. VIs - це цеглинки, з яких складається LabVIEW - програма. Будь-яка LabVIEW програма містить як мінімум один VI. У термінах мови Сі можна досить сміливо провести аналогію з функцією з тією лише різницею, що в LabVIEW одна функція міститься в одному файлі (можна також створювати бібліотеки інструментів). Само собою зрозуміло, один VI може бути викликаний з іншого VI. В

принципі кожен VI складається з двох частин - Блок-Діаграма (Block Diagram) і Передня Панель (Front Panel). Блок-діаграма - це програмний код (точніше візуальне графічне представлення коду), а Передня панель - це інтерфейс. Ось як виглядає класичний приклад Hello, World! (рис. 4.1):

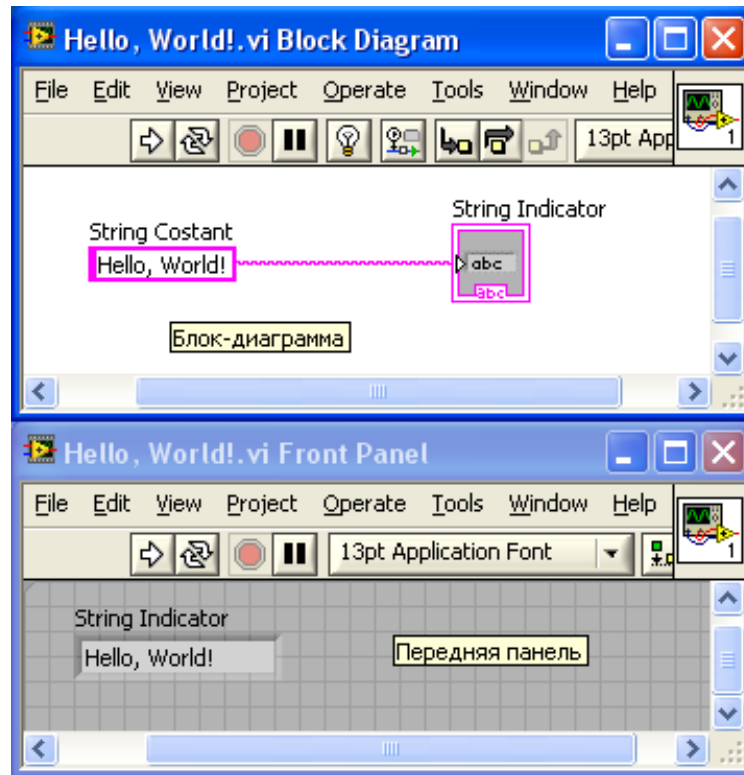


Рисунок 4.1 – Приклад програми у LabVIEW

В основі LabVIEW лежить парадигма потоків даних. У вищенаведеному прикладі константа і термінал індикатора з'єднані між собою лінією. Ця лінія називається Wire. Можна назвати її «проводом». По проводам передаються дані від одних елементів іншим. Вся ця концепція називається Data Flow. Суть Блок Діаграми - це вузли (ноди), виходи одних вузлів приєднані до входів інших вузлів. Вузол почне виконання тільки тоді, коли прибудуть всі необхідні для роботи дані. На діаграмі вгорі дві Ноди. Одна з них - константа. Цей вузол самодостатній - він починає виконання негайно. Другий вузол - індикатор. Він відобразить дані, які передає константа (але не відразу, а як тільки дані прибудуть від константи).

А ось як виглядають while/for цикли і if / then / else структура (рис. 4.2):

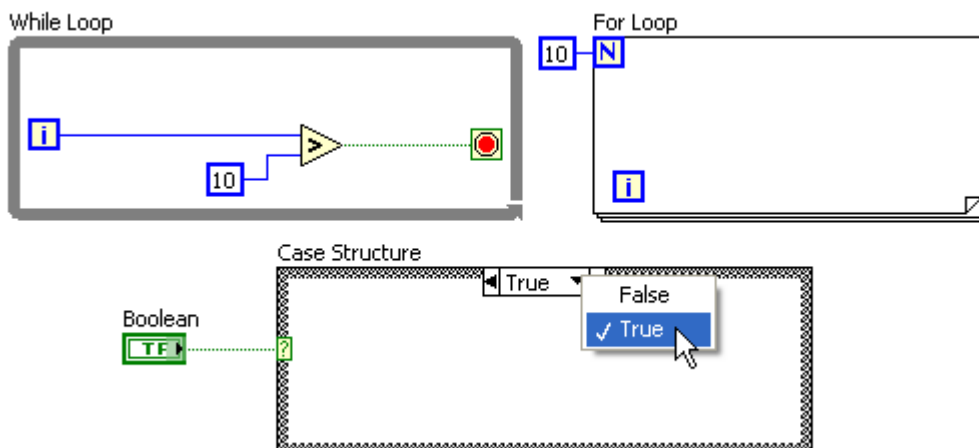


Рисунок 4.2 – While / for цикли і if / then / else

Віртуальний прилад (віртуальний інструмент, ВП, VI) – програмний додаток, що створюється в графічному середовищі LabVIEW. Віртуальні прилади зазвичай складаються з комп'ютера, оснащеного функціональними контрольно-вимірювальними модулями (наприклад, плата введення-виведення даних) і програмного забезпечення, які в комплексі утворюють систему, ідентичну традиційним приладам.

Як уже згадувалося, всі елементи будуть виконуватися паралельно. Вам не потрібно замислюватися про те, як распаралелить завдання на кілька потоків, які можна виконувати паралельно на декількох процесорах. В останніх версіях можна навіть явно вказати на якому з процесорів повинен виконуватися той чи інший while-цикл. Зараз існують надбудови і для текстових мов, що дозволяють запросто домогтися підтримки багатопроцесорних систем, проте так просто, як на LabVIEW, це мабуть ніде не реалізовано. (Ну ось, я все ж скотився на порівняння з текстовими мовами). Якщо вже ми заговорили про багатопоточності, то треба також відзначити, що в розпорядженні розробника багатий вибір інструментів для синхронізації потоків - семафори, черги, рандеву, і т.д.[12-14].

LabVIEW включає в себе багаті набори елементів (рис. 4.3) для побудови призначених для користувача інтерфейсів. Вже на що швидко «накидалися» інтерфейси в Дельфі, а в LabVIEW цей процес відбувається ще стрімкіше.

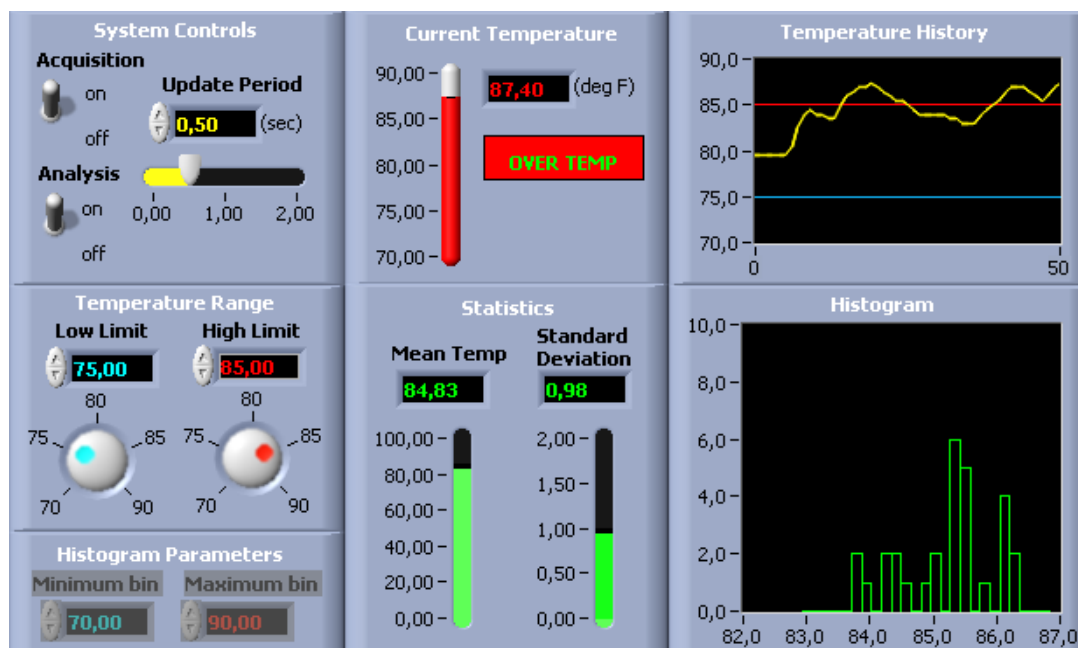


Рисунок 4.3 – Набори елементів

Стандартна поставка LabVIEW включає в себе також блоки для роботи з іні файлами, реєстром, функції для роботи з двійковими і тестовими файлами, математичні функції, потужні інструменти для побудови графіків (а куди ж без цього в лабораторії щось), а на додаток до вже згаданої можливості викликів DLL, LabVIEW дозволяє працювати з ActiveX компонентами і .net. Починаючи з восьмої версії в LabVIEW була додана підтримка класів - мова стала об'єктно-орієнтованим. Реалізовану підтримку не можна назвати повною, проте основні риси об'єктно-орієнтованих мов - успадкування і поліморфізм присутні. Також функціональність мови можна розширити додатковими модулями, наприклад NI Vision Toolkit - для обробки зображень і машинного зору і інші. А за допомогою модуля Application Builder можна згенерувати виконуваний exe-файл. За допомогою

Internet Toolkit можна працювати з ftp серверами, с допомогою Database Connectivity Toolkit - з базами даних і т.д.

Часто можна почути думку, що графічний код погано читається. Дійсно, з незвички велика кількість іконок і провідників дещо шокує. Однак досвідчений LabVIEW-розробник ніколи не створить діаграм, що перевищують розмір екрану, навіть якщо програма складається з сотень модулів. Добре розроблена програма фактично «самодокументується», оскільки в основі вже лежить графічне представлення (рис 4.4)

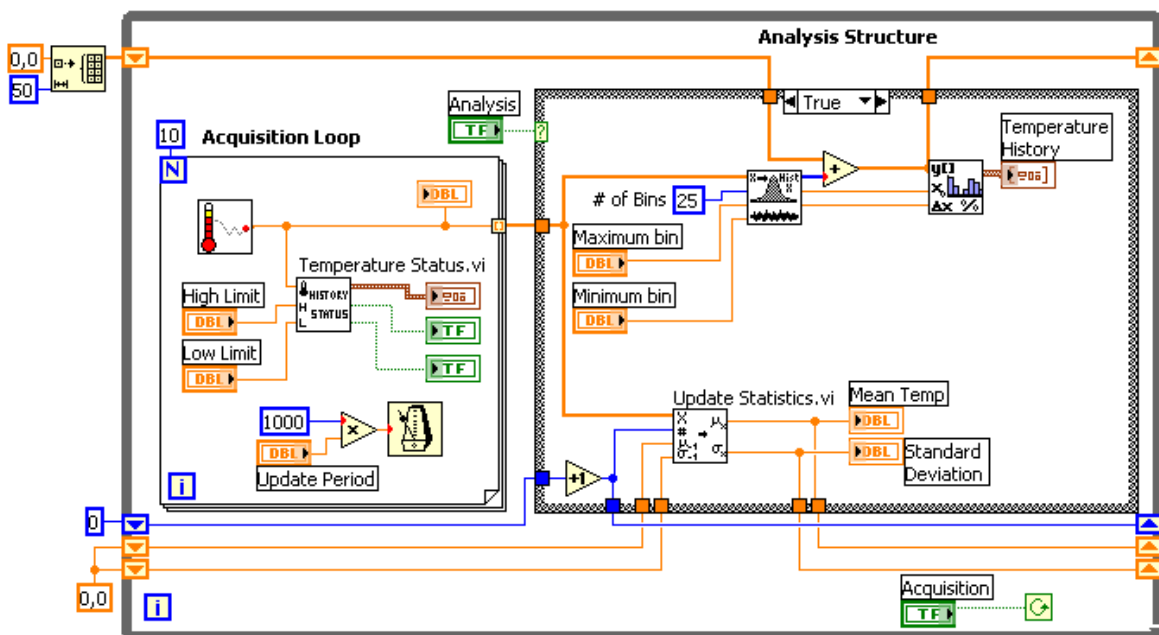


Рисунок 4.4 – Графічне представлення

Передня (лицьова) панель – Інтерактивний інтерфейс користувача, що імітує панель деякого пульта управління, на якому розміщуються кнопки, перемикачі, індикатори, діаграми, графіки та інші засоби відображення і управління.

Блок-схема (функціональна панель) – ілюстрований алгоритм дій ВП, який одночасно є вихідним текстом ВП. У блок-схемі за допомогою мови G здійснюється процес розробки вихідного коду віртуального інструменту у

вигляді окремих графічних піктограм, які здійснюють різні функції, і зв'язків між ними.

Експрес-прилад (Експрес-ВП) – готовий типовий модуль LabVIEW, призначений для обробки і аналізу даних при вирішенні типових вимірювальних і випробувальних завдань.

Регулятори – виконують ті ж функції, що і вхідні параметри в текстових мовах програмування. Регулятори призначені для введення інформації в ході виконання програми.

Індикатори – виконують ті ж функції, що і вихідні параметри в текстових мовах програмування. Індикатори призначені для виведення інформації в ході виконання програми.

Термінали – являють собою області функції, через які передається інформація. Вони подібні до установок в текстових мовах програмування.

Вузли – це виконувані елементи програми. Вони аналогічні інструкціям, операторам, функціям, і підпрограм в стандартних мовах програмування. У LabVIEW є потужна бібліотека функцій для математичних обчислень, порівнянь, перетворень, введення / виведення та інших дій.

Провід – шляхи даних між терміналами, аналогічні змінним на звичайних мовах.

Піктограма – ілюстроване уявлення алгоритму ВП або текстовий опис ВП; відповідає по віртуальних інструменту і розташовується в правому верхньому кутку передньої панелі.

Конектор – набір піктограм, через який відбувається приєднання ВІ до елементів управління або індикаторами; являє собою програмний інтерфейс віртуального інструменту.

SubVI (подмодуль ВП) – є аналогом підпрограми. У створюваному СП можливе використання будь-якого віртуального інструменту, що має конектор. Базові настройки і тип розроблюваного ВП встановлюються в контекстному меню піктограми.

Діаграма – служить для графічного відображення отриманих даних.
Структура – призначена для управління проходженням даних у віртуальних інструментах. У мові G використовується п'ять структур:

While Loop – умовний цикл здійснює виконання частини програми певне число раз, яке задається деяким умовою;

For Loop – рахунковий цикл виконує тіло циклу певну кількість разів;
Case (вибір) – в структурі є дві або більше вбудованих блок-схеми; вибір однієї з них, яка буде виконана, визначається в залежності від значення, поданого на вхід даної структури;

Sequence (послідовність) – виконує вбудовані в неї блок-схеми послідовно в певному порядку;

Formula – формульний блок, дозволяє вводити формули прямо в блок-схему; при цьому на кордоні блоку створюються термінали, в які вписуються імена змінних.

Масив (Array) – це набір даних одного типу; масив може мати одне або кілька вимірів.

Кластери (Clusters) – упорядкована сукупність елементів різного типу.

Рядок (String) – набір символів ASCII; для роботи з рядками передбачені спеціальні функції.

Таблиці (Table) – двовимірні масиви рядків.

4.2 Розробка віртуальної моделі датчика швидкості вітру

Розробка віртуальної моделі датчика швидкості вітру виконувалась у графічному середовищі LabView. Для побудови загальної моделі використовувались елементи стандартних бібліотек.

Віртуальний прилад (віртуальний інструмент, ВІ, VI) – Програмний додаток, що створюється в графічному середовищі LabVIEW. Віртуальні прилади зазвичай складаються з комп'ютера, оснащеного функціональними контрольно-вимірювальними модулями (наприклад, плата введення-

виведення даних) і програмного забезпечення, які в комплексі утворюють систему, ідентичну традиційним приладам.

При першому запуску програмного забезпечення Labview пропонують створити новий проект або відкрити вже існуючий (рис. 4.5):

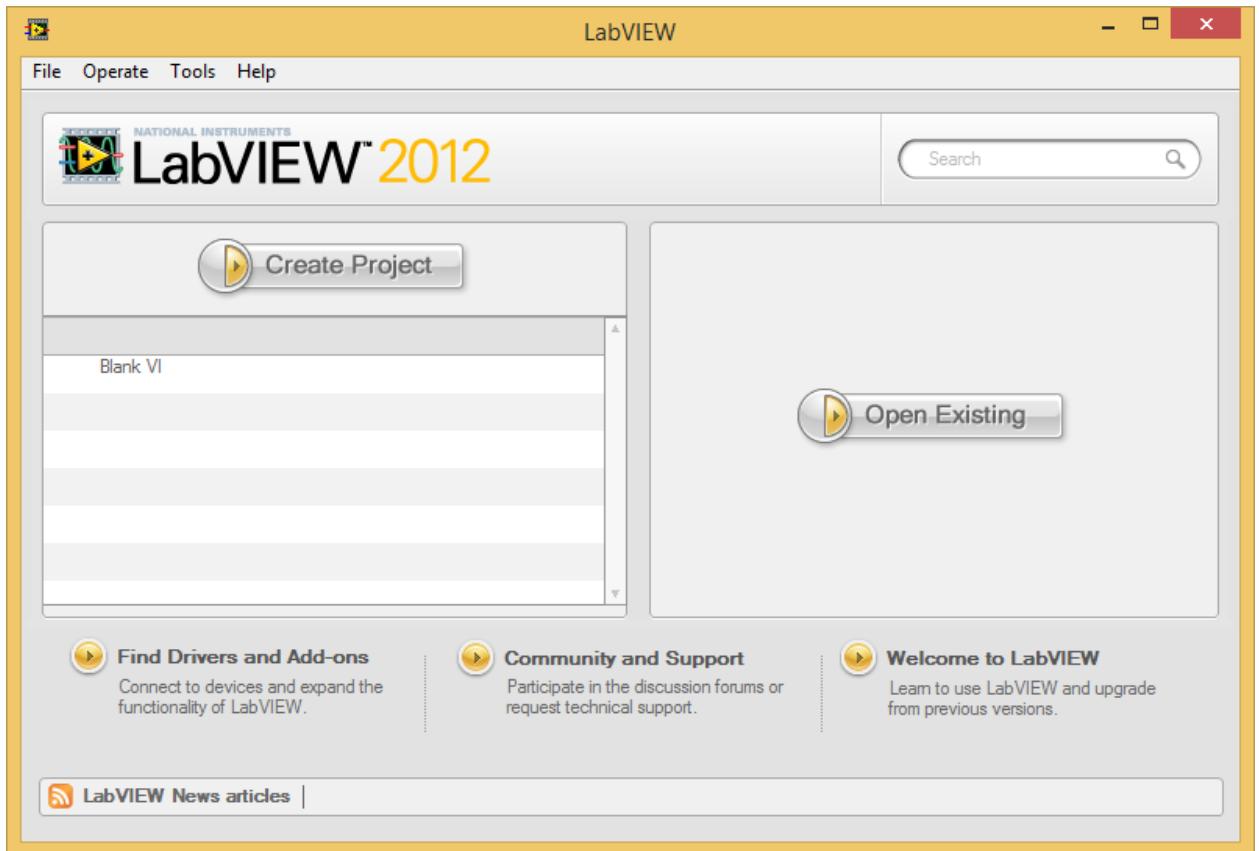


Рисунок 4.5 – Вікно запуску Labview

Після натискання кнопки «Створити проект» наступним кроком є вибір розроблюваного продукту (рис. 4.6):

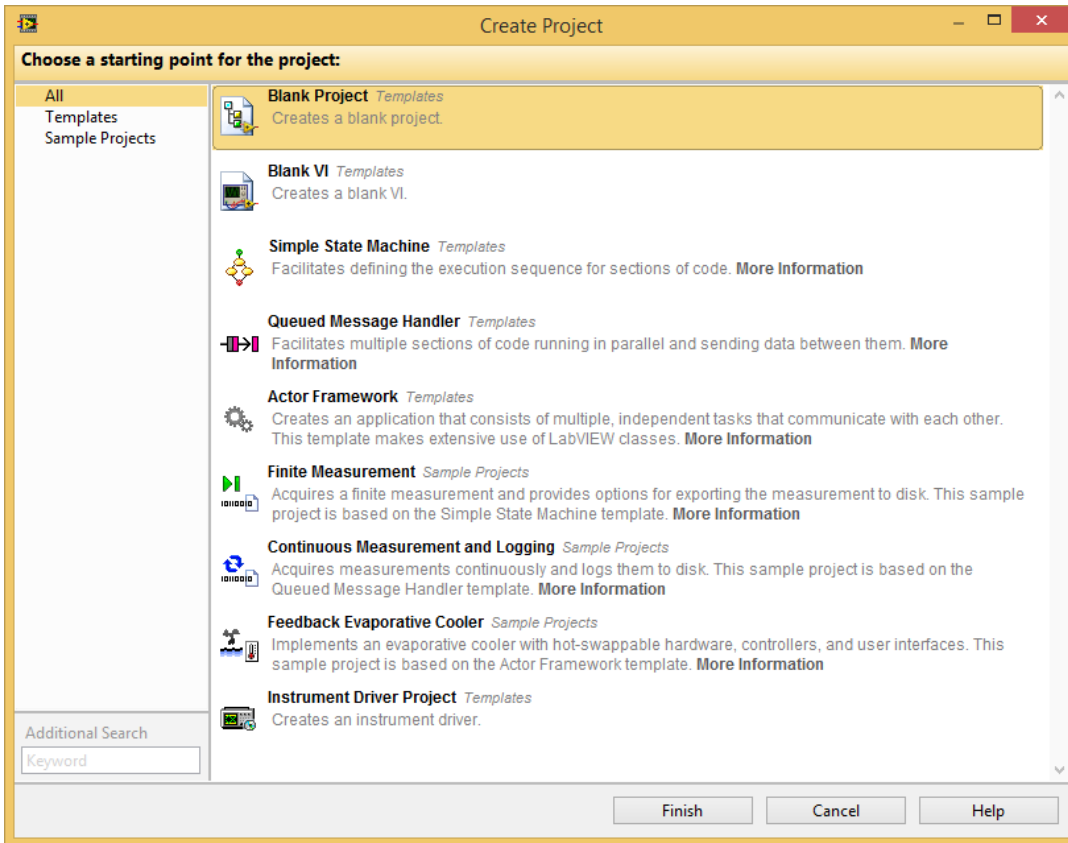


Рисунок 4.6 – Вікно вибору розроблюваного продукту

На рисунку 4.7 зображені 2 панелі: панель блоку діаграм та фронт-панель.

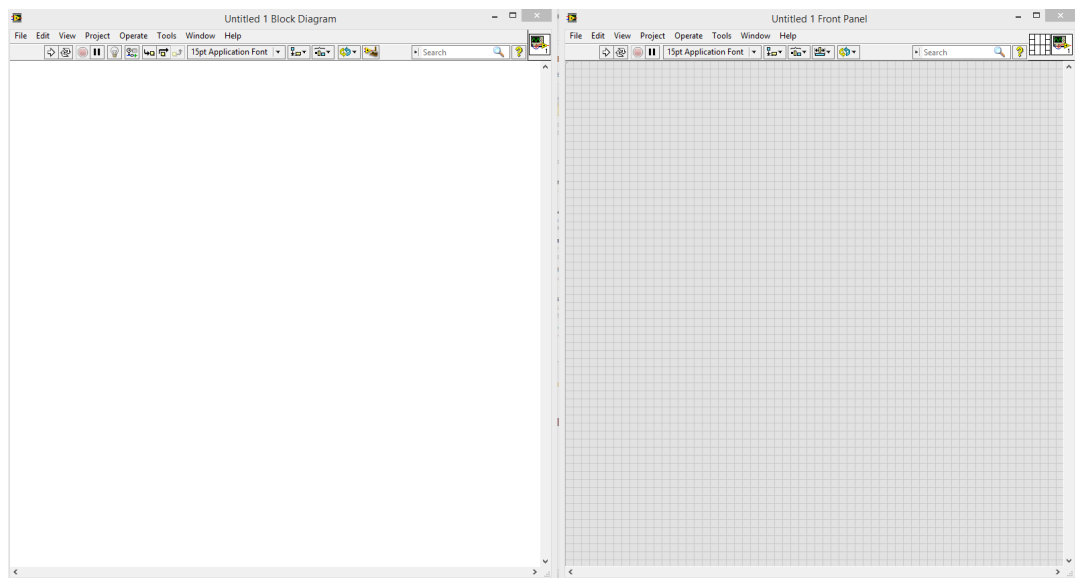


Рисунок 4.7 – Панелі Labview

Інтерфейсна панель – це інтерфейс користувача. Ми встановлюємо на інтерфейсну панель графічні елементи управління і всілякі індикаторні прилади, які є відповідно елементами введення і виведення. Елементи управління - це ручки, регулятори, ползункові пристрої, кнопки та інші пристрої введення. Індикатори - це елементи для виведення / побудови графіків, які сигналізують пристрої, такі, як лампочки і т.д.

Встановлені на передню панель елементи керування та індикатори, відображаються відповідними іконками (терміналами) у другому вікні - вікні редагування діаграм. Тобто кожним встановленим елементу на інтерфейсній панелі відповідає іконка в вікні редагування. У цьому вікні і "пишеться" програма - створюється графічний код VI. Видаливши, наприклад, керуючий елемент в інтерфейсному вікні, зникне і відповідна іконка (термінал) в вікні редагування діаграм.

Іконки або термінали показують тип даних елементів управління або індикаторів. Термінали здійснюють зв'язок між інтерфейсною панеллю і діаграмою.

Функції – це об'єкти вікна редагування діаграм, які можуть мати один і / або декілька входів і / або виходів. Функції LabVIEW аналогічні виразами, операторам, процедур і функцій текстових мов програмування.

Зв'язки – це сполучні лінії між іконками (терміналами). Вони є аналогом змінних в звичайних мовах програмування. Причому дані можуть передаватися тільки в одному напрямку - від терміналу-джерела до одного або декількох терміналів-приймачів. Різний вигляд і колір з'єднань відповідає різним типам переданих даних. Неправильна зв'язок терміналів або незакінчену з'єднання зображується штриховий лінією.

Структури – це графічне представлення циклів і операторів вибору в тексторієнтованих мовах програмування. Термінали, функції, зв'язки і структури - це весь синтаксис мови програмування LabVIEW.

Лінійка інструментів. Обидва вікна, як частиною інтерфейсу, так і вікно редагування діаграм мають лінійки інструментів, які містять службові

кнопки і індикатори стану, призначені для контролю Віртуальних Інструментів. Одна з лінійок інструментів завжди доступна, і її вигляд залежить від того, в якому вікні Ви перебуваєте.

Панель Управління та Функціональна панель структурований набір іконних меню, призначених для доступу до бібліотек елементів інтерфейсу і відповідних функцій. Виклик необхідної панелі здійснюється автоматично, при перемиканні між вікном редагування і інтерфейсною панеллю.

Використовуючи Панель Управління, Ви можете встановлювати (додавати) елементи керування та індикатори. Кожна опція іконізованого меню містить підменю, в якому знаходяться відповідні об'єкти.

Елементи Функціональної Панелі використовуються для створення діаграм, тобто алгоритму роботи VI. Функціональна панель містить необхідні функції для роботи з різними типами і структурами даних, і дозволяє реалізовувати алгоритми будь-якої складності від простих арифметичних обчислень до функціонально складних, таких, наприклад, як спектральний аналіз. Викликається з основного меню View> Show.

Створення програми почніть з вікна редагування діаграм. Створіть прилад для ініціалізації черзі. Для цього на панелі функцій необхідно вибрати Programming> Synchronization> Queue Operation> Obtain Queue. Потім з Tools Palette виберіть Connect Wire (котушка) і клацніть правою кнопкою миші на верхній вхід приладу (max queue size), далі в контекстному меню виберіть пункт create> control. Цей керуючий елемент також з'явиться на інтерфейсній панелі, за допомогою нього буде задаватися кількість пацієнтів, що надходять в поліклініку в день / годину. Необхідно задати ім'я черги. Для цього клікніть правою кнопкою миші на вхід приладу name, потім виберіть пункт створення константи create> constant, і в віконці, що з'явилося введіть ім'я черги, наприклад, 1. Також необхідно задати тип даних елемента - тип даних, які повинна містити чергу. Для цього виберіть Programming> Numeric> Numeric Constant (за замовчуванням стоїть «0») і підключіть його до входу element data type.

Черга ініціалізована. Далі необхідно визначити порядок становлення пацієнтів в чергу. Встановіть прилад `Programming> Synchronization> Queue Operation> Enqueue Element` і за допомогою котушки з'єднайте виходи `queue out` і `error out` з приладу `Obtain queue` до відповідних входів приладу `Enqueue Element`. Так як пацієнт не один, необхідна циклічна робота програми. Виберіть з функціональної панелі `programming> structures> For Loop` і виділіть за допомогою лівої кнопки миші прилад `Enqueue Element`. Щоб пацієнти ставали в чергу по одному, перетягніть «збільшення на 1» `Programming> Numeric> increment`. До входу `x` підключіть значок «ітерація циклу», а вихід `(x + 1)` піктограми підключіть до входу `Element` приладу `Enqueue Element`. Нехай кожен пацієнт приходить в поліклініку через заданий час, наприклад через 1 секунду. Для цього встановіть в цикл затримку. Виберіть `Programming> Timing> Wait (ms)` і перетягніть цю іконку в цикл. Створіть для неї константу, відповідну цій затримці. Для цього підведіть покажчик у вигляді котушки до лівої частини іконки, натисніть праву кнопку миші і виберіть пункт створення константи `Create> Constant`. Щоб кількість ітерацій циклу було дорівнює кількості пацієнтів, які прибувають в поліклініку, з'єднайте вихід керуючого елемента `Numeric Control` з піктограмою `N`.

Загальна блок-діаграма проекту виглядає наступним чином (рис.4.8):

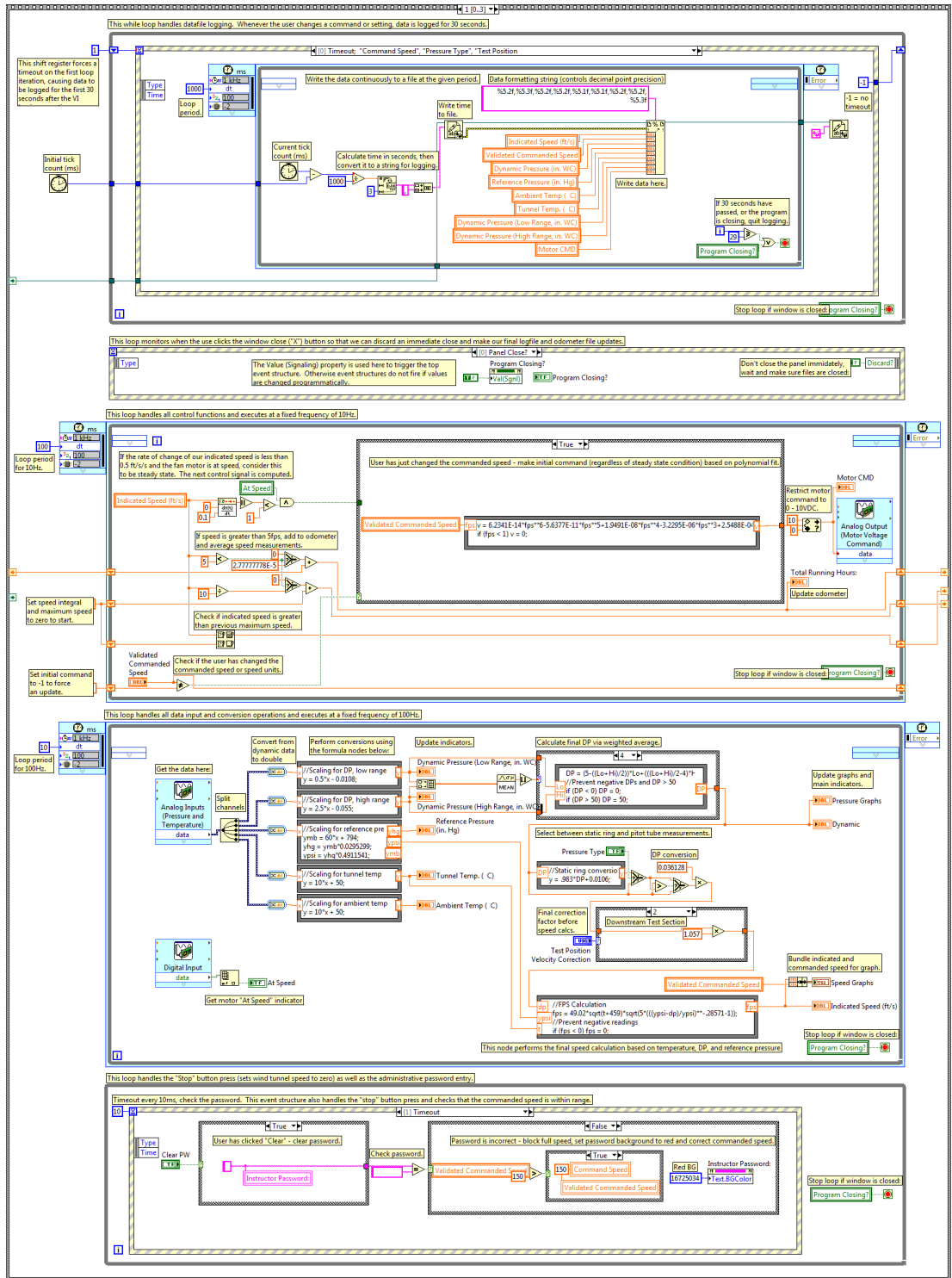


Рисунок 4.8 - Загальна блок-діаграма проекту

Графічна частина метеокомплексу, що вимірює швидкість вітру, має наступний вигляд (рис. 4.9):

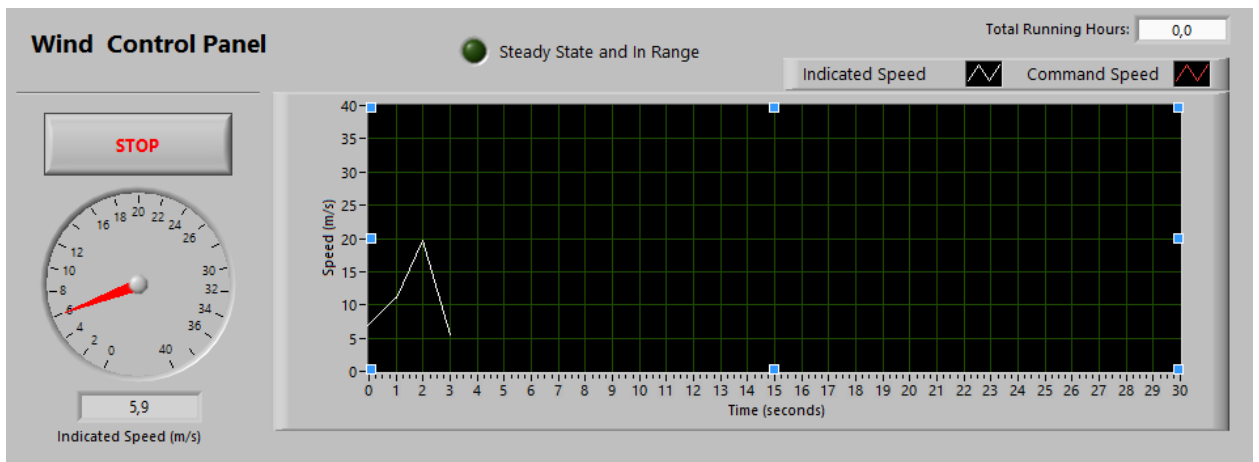


Рисунок 4.9 – Загальний вигляд програми віртуального датчику швидкості вітру

Програмне забезпечення, яке було розроблене, має індикатор швидкості вітру, дані з якого виводяться в діаграму в режимі реального часу. Діаграма зберігає дані в обмежений проміжок часу(30 сек), тобто графік відображає дані в проміжку 30 секунд. Також над графіком можна побачити поле «Загальний час роботи датчику», поряд з яким знаходиться індикатор, який сигналізує користувачу про те, що швидкість вітру в даний час допустимому проміжку.

ВИСНОВКИ

У процесі виконання завдань були придбані навички роботи в середовищі програмування LabVIEW. Була вивчена предметна область на основі спеціалізованої літератури.

При роботі можна зробити висновки про те, що LabVIEW має величезний арсенал достоїнств, таких як інтуїтивно зрозумілий процес графічного програмування, повноцінна мова програмування не поступається традиційним мовам програмування, широкі можливості збору, обробки та аналізу даних, управління приладами, генерації звітів і обміну даних через мережеві інтерфейси.

Разом з тим LabVIEW – дуже просте і інтуїтивно зрозуміле середовище розробки. Звичайний користувач, не будучи програмістом, за порівняно короткий час може створювати програми для збору даних і управління об'єктами, що володіє гарним і зручним людино-машинним інтерфейсом.

Актуальність і невідкладність вирішення проблем моніторингових досліджень полягають в тому, що хоча й існує низка відомчих спостережень систем за станом довкілля, але вони не зведені в єдиний комплекс і не можуть ефективно виконувати узагальнюючу функцію оцінки стану і рівня використання ресурсів, з тим щоб прогнозувати зміни і розробляти рекомендації для прийняття управлінських рішень.

Розроблене на кафедрі АСМНС програмне забезпечення DSV_1.0.1 дозволяє оцінювати напрямок руху вітру, його швидкість у даний проміжок часу та виводить отримані дані у діаграму. Може бути складовою частиною загального метеорологічного комплексу.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Енциклопедичний словник Брокгауза та Ефрона: 86 томів – СПб., 1890-1907.
2. Б. Майер. Методи програмування. – М.: Мир, 1982, 245 с.
3. Лекції з курсу «Сучасні технології програмування» [Електронний документ] – Авраменко В.С, - Черкаси, ЧНУ, 81 с.
4. Литвинов В., Голуб С., Григор'єв К., Жигульська В. Об'єктно-орієнтоване моделювання при проектуванні вбудованих систем і систем реального часу. – Черкаси, ЧНУ, 2011, 375 с.
5. Середовище розробки програмного забезпечення LabView [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>.
6. Енциклопедичний словник Расмусона: 6 томів – СПб., 1890-1907.
7. Б. Майер. Методи програмування. – М.: Мир, 1982, 245 с.
8. Лекції з курсу «Labview як середа розробки» [Електронний документ] – Сидоренко В.К, - Київ, ЧНУ, 92 с.
9. Литвинов В., Голуб С., Григор'єв К., Жигульська В. Об'єктно-орієнтоване моделювання при проектуванні вбудованих систем і систем реального часу. – Черкаси, ЧНУ, 2011., 375 с.
10. Середовище розробки програмного забезпечення LabView [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>.
11. Енциклопедичний словник Брокгауза та Ефрона: 86 томів – СПб., 1890-1907.
12. Б. Майер. Методи програмування. – М.: Мир, 1982, 245 с.
13. Лекції з курсу «Сучасні технології програмування» [Електронний документ] – Авраменко В.С, - Черкаси, ЧНУ, 81 с.

14. Литвинов В., Голуб С., Григор'єв К., Жигульська В. Об'єктно-орієнтоване моделювання при проектуванні вбудованих систем і систем реального часу. – Черкаси, ЧНУ, 2011, 375 с.
15. Середовище розробки програмного забезпечення LabView [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>.
16. Енциклопедичний словник Брокгауза та Ефрона: 86 томів – СПб., 1890-1907.
17. Б. Майер. Методи програмування. – М.: Мир, 1982, 245 с.
18. Лекції з курсу «Сучасні технології програмування» [Електронний документ] – Авраменко В.С, - Черкаси, СНУ, 81 с.
19. Литвинов В., Голуб С., Григор'єв К., Жигульська В. Об'єктно-орієнтоване моделювання при проектуванні вбудованих систем і систем реального часу. – Черкаси, ЧНУ, 2011, 375 с.
20. Середовище розробки програмного забезпечення LabView [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ru.wikipedia.org/wiki/LabVIEW>.
21. Ackerman F. High precision digital image correlation. IPSUS. -1984. – 210 p.
22. Barnard S.T. and Thompson W.b., Disparity analysis of images – New Jersey, 1982. 112 p.
23. Brady J.M. and Wang H., vision for mobile robots – 1992, 339 p.
24. Besl P.J. and Jain R.C. Three-dimensional object recognition, 1984, 210p.
25. Canny J. A computational approach to edge detection. 1986, 698 p.

ДОДАТКИ

Додаток А

Графічна частина



Рисунок А.1 – Головна сторінка презентації



Рисунок А.2 – Мета магістерської роботи

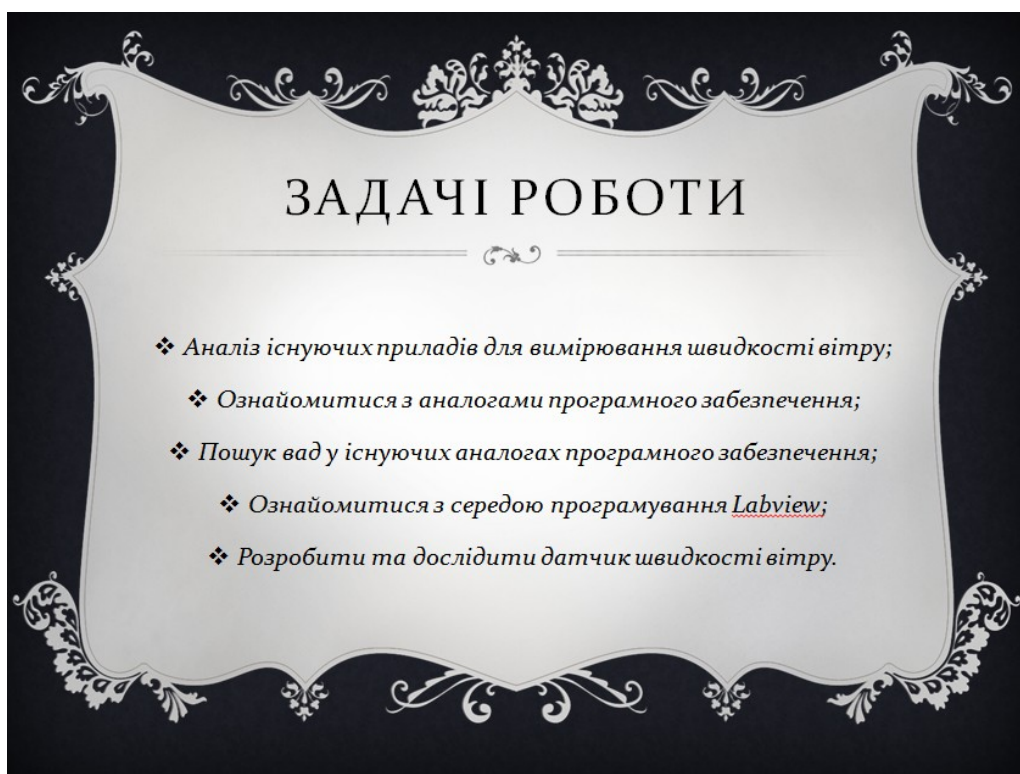


Рисунок А.3 – Задачі магістерської роботи



Рисунок А.4 – Метеостанція

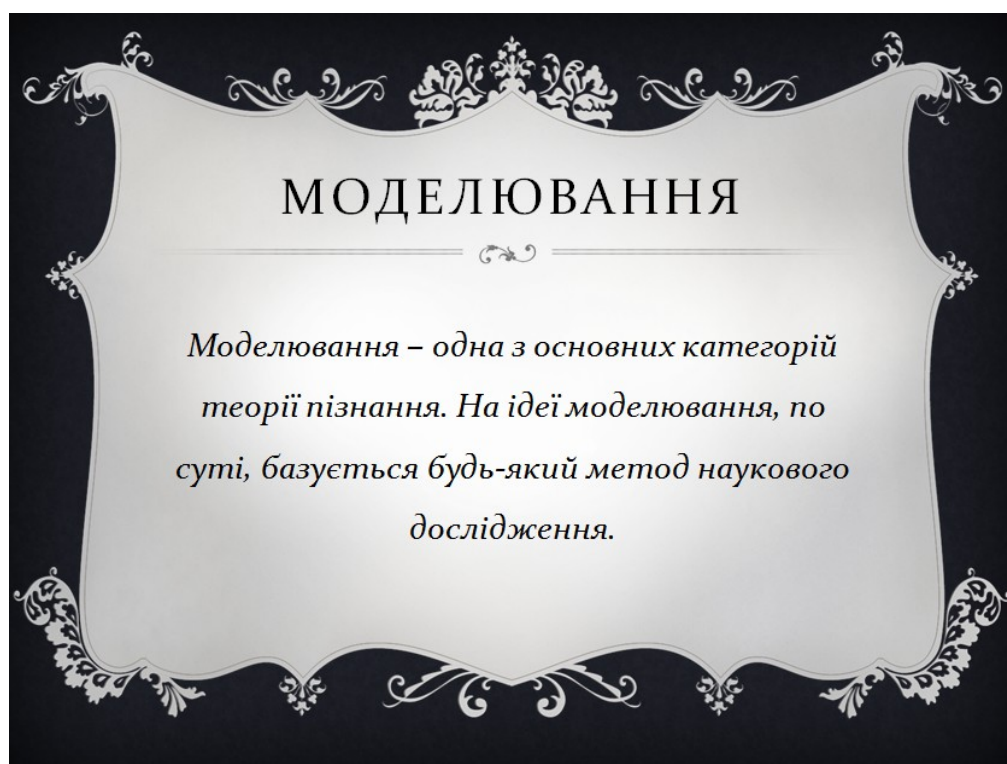


Рисунок А.5 – Моделювання



Рисунок А.6 – Програмне забезпечення

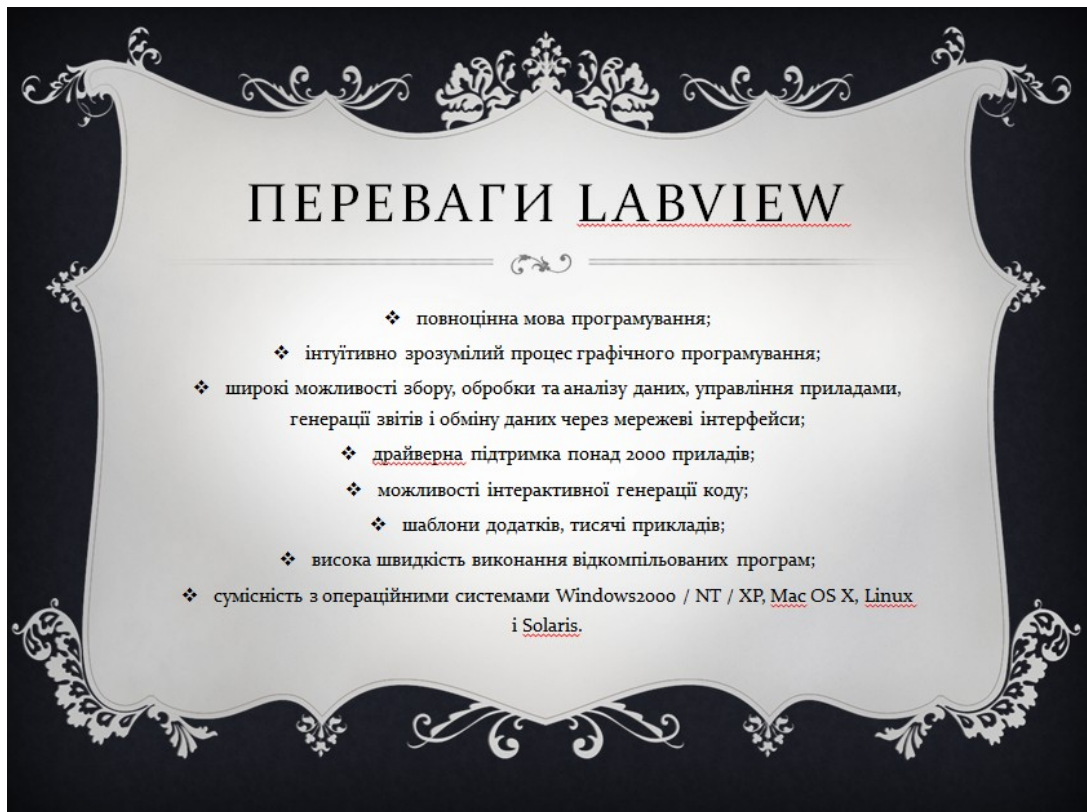


Рисунок А.7 – Переваги Labview



Рисунок А.8 – Розроблене програмне забезпечення



Рисунок А.9 - Висновки

Додаток Б

Кодова частина

```
void TempOn()
{
int x = analogRead(lm);
float temp = (5.0*x*60.0)/1024.0;
Serial.println(temp);
digitalWrite(led, HIGH);
delay(500);
}
void TempOff()
{
digitalWrite(led, LOW);
delay(300);
}
```