

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОНІКИ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА ІНЖЕНЕРІЇ**

УДК 004.32

**До захисту допускається
Т.в.о. завідувача кафедри
комп'ютерних наук та інженерії
Сафонова С. О.**

_____ 2020 р.
« ____ » _____

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

НА ТЕМУ:

«ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВИКОНАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ»

Освітньо-кваліфікаційний рівень «Магістр»

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

Науковий керівник роботи:

(підпис)

Кардашук В. С.

(ініціали, прізвище)

Консультант з охорони праці:

(підпис)

Критська Я. О.

(ініціали, прізвище)

Студент:

(підпис)

Гайворонський О. В.

(ініціали, прізвище)

Група:

КІ-18 зм

Сєверодонецьк – 2020

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ**

Факультет інформаційних технологій та електроніки

Кафедра комп'ютерних наук та інженерії

Освітньо-кваліфікаційний рівень магістр

Спеціальність 123 «Комп'ютерна інженерія»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Т.в.о. завідувача кафедри
комп'ютерних наук та інженерії
к.т.н, доц. Сафонова С.О.

“ ____ ” _____ 2020 року

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

_____ Гайворонському Олександровичу _____

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема проекту (роботи): «Дослідження системи виконання розподілених обчислень»
затверджена наказом по університету № 136/15.15 від «11» жовтня 2019 р.

2. Строк здачі студентом закінченого проекту (роботи): 10.01.2020 р.

3. Вихідні дані проекту (роботи): матеріали переддипломної практики

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити):

1. Огляд методів та засобів розподілених обчислень у комп'ютерних системах.
2. Порівняльний аналіз систем розподілених обчислень.
3. Дослідження логічної структури систем розподілених обчислень.
4. Розроблення додатка для моделювання системи розподілених обчислень.
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точною назвою обов'язкових креслень):

_____ Електронні плакати _____

6. Консультанти роботи, з вказівкою розділів, що до них відносяться

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Основна частина	Кардашук В. С.		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Критська Я. О.		

7. Дата видачі завдання _____

Керівник _____ Кардашук В. С.

(підпис)

Завдання до виконання прийняв _____ Гайворонський О. В.

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітки
1.	Отримання завдання, збір матеріалів	18.10.19- 24.10.19	
2.	Огляд літератури й обґрунтування необхідності дослідження	25.10.19 –28.10.18	
3.	Дослідження методів та засобів розподілених обчислень у комп'ютерних системах	29.10.19 – 28.11.19	
4.	Логічна та апаратна структура системи розподілених обчислень	28.11.19 –31.12.19	
5.	Розроблення додатка для моделювання системи розподілених обчислень	03.01.20 – 04.01.20	
6.	Оформлення пояснювальної записки	05.01.20 – 08.01.20	
7.	Підготовка та подання магістерської роботи до захисту	09.01.20 – 10.01.20	

Студент _____

(підпис)

Науковий керівник _____

(підпис)

АНОТАЦІЯ

Гайворонський О. В. Дослідження системи виконання розподілених обчислень.

Проведено розроблення та дослідження інформаційно-комп'ютерної системи виконання розподілених обчислень. Визначені ключові особливості, розглянуті типові структури, визначені їх переваги та недоліки. Визначена архітектура системи, основна частина якої розташована на веб-сервері, що надає користувачеві доступ до таких ресурсів системи як: додаток для моделювання і додаток для конфігурування компонентів.

Ключові слова: розподілені обчислення, структура, компоненти, сервер додатків, моделювання.

АННОТАЦИЯ

Гайворонский А. В. Исследование системы выполнения распределенных вычислений.

Проведена разработка и исследования информационно-компьютерной системы выполнения распределенных вычислений. Определены ключевые особенности, рассмотрены типовые структуры, определены их преимущества и недостатки. Определена архитектура системы, основная часть которой расположена на веб-сервере. Вычислительные компоненты, которые присутствуют в системе, соответствуют требованиям формата входных и выходных данных. Схема распределенных вычислений создается пользователем в виде диаграммы.

Ключевые слова: распределенные вычисления, структура, компоненты, сервер приложений, моделирование.

ABSTRACT

Gayvoronsky O.V. Investigation of the system of execution of distributed computing.

The development and research of the information-computer system of execution of distributed computing is carried out. The key features that should be considered when developing systems for the organization of distributed computing are identified, the typical structures are considered, their advantages and disadvantages are identified.

The system architecture is defined, the main part of which is located on a web server, which gives the user access to such system resources as: modeling application and component configuration application. Computing components that are present in the system meet the requirements for the format of the input and output data. The distributed computing scheme is created by the user as a diagram. When you run this diagram, a directory hierarchy is created. A separate directory is created for each compute node in which it will store the results of its computations.

Keywords: distributed computing, structure, components, application server, simulation.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СИСТЕМ ПОБУДОВИ І ВИКОНАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ	10
1.1. Дослідження існуючих систем побудови та виконання розподілених обчислень	10
1.2 Порівняльний аналіз розглянутих систем побудови та виконання	19
1.3 Загальні вимоги до системи розподілених обчислень	21
1.4 Висновки до розділу 1	22
РОЗДІЛ 2 ПРОЕКТУВАННЯ СИСТЕМИ ПОБУДОВИ І ВИКОНАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ	23
2.1 Логічна структура схеми розподілених обчислень	23
2.2 Архітектури системи	23
2.3 Схема потоків даних	24
2.4 Схема взаємодії між компонентами	25
2.5 Підсистема конфігурування компонентів	25
2.6 Віддалений сервер додатків	26
2.7 Додаток для моделювання	26
2.8 Серверна підсистема	26
2.9 Інтерфейс користувача	29
2.10 СУБД і платформи реалізації	33
2.11 Висновки до розділу 2	34
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТНОЇ ПІДСИСТЕМИ І РЕАЛІЗАЦІЯ ПОБУДОВИ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ	35
3.1 Реалізація протоколів та підсистем	35
3.2 Реалізація віддаленого сервера додатків	38

3.3	Визначення шляхів і методів розв'язання задачі, розробка програмного забезпечення для сервера	40
3.4	Вибір інтерфейсів для спряження вузлів системи	41
3.5	Вибір мікроконтролера	42
3.6	Розробка структурної схеми пристрою	47
3.7	Розробка принципової схеми	48
3.8	Розробка програмного забезпечення	49
3.8.1	Розробка протоколу обміну між пристроями моніторингу та сервером ...	49
3.8.2	Розробка програмного забезпечення для пристроїв моніторингу	51
3.8.3	Розробка програмного забезпечення для сервера	51
3.9	Висновки до розділу 3	52
3.10	Перелік посилань до розділів 1-3	53
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ		55
4.1.	Загальні питання з охорони праці	55
4.1.1	Правові та організаційні основи охорони праці	55
4.2	Аналіз стану умов праці	56
4.2.1	Вимоги до приміщень	56
4.2.2	Вимоги до організації місця праці	57
4.2.3	Навантаження та напруженість процесу праці	58
4.3	Виробнича санітарія	59
4.3.1	Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при роботі на ПК	59
4.3.2	Пожежна безпека	61
4.3.3	Електробезпека	62
4.4	Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища	62
4.4.1	Мікроклімат	62
4.4.2	Освітлення	63
4.4.3	Шум та вібрація, електромагнітне випромінювання	65

4.4.4 Вентилювання	66
4.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій	67
4.6 Охорона навколишнього природного середовища	68
4.6.1 Загальні дані з охорони навколишнього природного середовища	68
4.7 Висновки до розділу 4	68
4.8 Перелік посилань до розділу 4	69
ВИСНОВКИ	72
Додаток А. Загальна архітектура системи	73
Додаток Б. Схема потоків даних в системі	74
Додаток В. Структура віддаленого сервера додатків та додатка для моделювання	75
Додаток Г. Структура сервера	76
Додаток Д. Структура бази даних	77
Додаток Е. Схема алгоритму запуску розподілених обчислень	78
Додаток Ж. Структура каталогів на сервері додатків	79
Додаток К. Діаграми класів	80
К.1 Діаграма класів серверної підсистеми	80
К.2 Діаграма класів підсистеми конфігурування компонент	81
К.3 Діаграма класів підсистеми побудови обчислювальних компонентів	82
К.4 Діаграма класів підсистеми запуску обчислювальних компонентів.....	83
К.5 Діаграма класів віддаленого сервера додатків	84
Додаток Л. Структурна схема мікроконтролера АТМega8	85
Додаток М. Схема алгоритму роботи програмного забезпечення пристрою моніторингу	86
Додаток Н Схема алгоритму роботи програмного забезпечення для сервера	86
Презентація	87

ВСТУП

Стрімкий розвиток комп'ютерної індустрії в останні роки сприяв застосуванню комп'ютерів у різних сферах людської діяльності. Збільшення обчислювальної потужності і зменшення накладних витрат на використання комп'ютерної техніки дає можливість ефективно впроваджувати комп'ютерні ресурси в економіку, автоматизацію процесів виробництва, наукову діяльність [1].

Однак існує безліч завдань, коли обчислювальної потужності одного комп'ютера виявляється недостатньо. Вирішенням проблеми є застосування розподілених обчислень. На сьогоднішній день існує безліч проектів, в яких для складних обчислень використовуються ресурси сотень тисяч комп'ютерів. Найбільш популярні проекти - вивчення структури білка, перевірка математичних теорій, обробка сигналів з космосу і т. д.

Для організації таких обчислень створено безліч систем. Однак найчастіше подібні системи використовуються для великих, масштабних обчислень, і процес запуску нового проекту не є тривіальною задачею. Потрібно досить багато часу для аналізу процесу обчислень, організації структури і послідовності виконання.

Дуже часто для вирішення певного класу задач достатньо всього лише декількох обчислювальних вузлів, і особливу увагу слід приділяти простоті організації розподілених обчислень і зручності конфігурування обчислювальних компонент. За цим виникає актуальність розробки системи, яка буде легка в налаштуванні та підтримці, а також забезпечить зручні інструментальні засоби для запуску процесу розподілених обчислень.

Сам механізм виконання розподілених обчислень опрацьований достатньо добре і має безліч способів для реалізації. За цим доцільно проаналізувати існуючі рішення і на їх базі реалізувати свій спосіб виконання розподілених обчислень. Основне завдання побудувати функціонально-закінчену інфраструктуру починаючи від алгоритму взаємодії обчислювальних компонент до графічного інтерфейсу користувача [2].

Завдяки відкритості і масштабованості отримана система зможе знайти застосування при вирішенні широкого класу задач. Передбачувані сфери застосування - виконання інженерних розрахунків, розподілена обробка статистичних даних, виконання обчислень при моделюванні і т. д.

Об'єкт дослідження – система виконання розподілених обчислень.

Предмет дослідження – методи та засоби побудови систем розподілених обчислень.

Мета роботи – побудова інфраструктури для організації процесу виконання розподілених обчислень.

Методи дослідження. Для реалізації методів побудови систем розподілених обчислень застосовано моделювання управління ресурсами системи та даними, отриманими від датчиків.

Наукова новизна магістерської роботи полягає в подальшому удосконаленні методів створення та реалізації систем розподілених обчислень. На основі проведених досліджень вироблені рекомендації щодо використання запропонованих методів.

Апробація результатів роботи. Основні результати роботи представлені у наступних публікаціях:

1. Гайворонський О. В. Методи та засоби розподілених обчислень у комп'ютерних системах / Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції “Електроніка та телекомунікації” (8-9 листопада 2019 р.). – Сєвєродонецьк. – С. 123-125.

2. Гайворонський О. В. Архітектура та потоки даних системи розподілених обчислень / Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю «Майбутній науковець-2019» (12 грудня 2019 р.). – Сєвєродонецьк. – С. 131-133.

Практичне використання результатів полягає у наступному:

1. В ході виконання магістерської роботи спроектована та досліджена інформаційно-комп'ютерна система побудови та виконання розподілених обчислень.

2. Розроблена система може застосовуватись у будь-якій галузі, де необхідно виконання розподілених обчислень.

3. При розробці системи побудови та виконання розподілених обчислень враховувалися основні тенденції розвитку схожих систем, їх переваги і недоліки. У процесі проектування розглянуті основні підходи до побудови інфраструктури для розподілених обчислень. Розроблена система усуває такі основні недоліки існуючих систем, як складність побудови схеми розподілених обчислень та конфігурування компонент, що беруть участь в обчисленнях.

3. Розробка проводилася на основі сучасних підходів до проектування і реалізації складних систем. В ході виконання роботи отримані наступні результати:

- підсистема побудови та виконання розподілених обчислень;
- підсистема конфігурування і настроювання обчислювальних компонент;
- сервер додатків для запуску віддалених обчислювальних компонент;
- система моніторингу фізичних величин, яка може використовуватися обчислювальними компонентами.

4. Удосконалення системи можливо в напрямку розробки поліпшеного механізму зберігання даних, одержуваних при обчисленнях, а також розробкою засобів забезпечення надійності обчислювальних вузлів.

5. Результати магістерської роботи можуть бути використані в навчальному процесі кафедри комп'ютерних наук та інженерії при проведенні лекційних, лабораторних та практичних занять з дисципліни «Комп'ютерні системи», «Паралельні та розподілені обчислення», «Цифрова схемотехніка».

Структура і обсяг роботи.

Магістерська робота складається зі вступу, 4 розділів, переліку посилань до розділів з 44 найменувань, висновків, 11 додатків на 15 сторінках. Загальний обсяг роботи складає 103 сторінки. Магістерська робота містить 22 рисунки та 21 таблицю.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СИСТЕМ ПОБУДОВИ І ВИКОНАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

1.1 Дослідження існуючих систем побудови та виконання розподілених обчислень

Розподілені обчислення - спосіб вирішення трудомістких обчислювальних завдань з використанням двох і більше комп'ютерів, об'єднаних в мережу [3].

Розподілені обчислення є окремим випадком паралельних обчислень, тобто одночасного вирішення різних частин однієї обчислювальної задачі декількома процесорами одного або декількох комп'ютерів. Тому необхідно, щоб розв'язувана задача була сегментована, тобто розділена на підзадачі, які можуть обчислюватися паралельно. При цьому для розподілених обчислень доводиться також враховувати можливе розходження в обчислювальних ресурсах, які будуть доступні для розрахунку різних підзадач. Більш того, не всяку задачу можна розділити на підзадачі, які можна вирішувати паралельно.

З появою і бурхливим розвитком Інтернету все більшу популярність стала отримувати ідея добровільного використання для розподілених обчислень комп'ютерів простих користувачів, з'єднаних через Інтернет.

На сьогоднішній день для спрощення процесу організації і управління розподіленими обчисленнями створено кілька програмних комплексів, як комерційних, так і абсолютно безкоштовних.

Ключові особливості, які необхідно враховувати при розробці систем для організації розподілених обчислень:

- зручність побудови схеми обчислень для кінцевого користувача;
- простота масштабування системи;
- способи взаємодії між обчислювальними компонентами;
- синхронізація й узгодження роботи всіх обчислювальних вузлів, що беруть участь в роботі;
- узгодження вхідних і вихідних даних між обчислювальними вузлами;
- управління результатами роботи обчислювальних компонент;
- простота конфігурування компонент, які беруть участь в обчисленнях;
- необхідність моніторингу станів всіх обчислювальних вузлів;
- ефективне управління обчислювальними завданнями;
- забезпечення високої надійності;
- простота і ефективність зовнішнього API для підключення компонент.

VOINC - відкрита програмна платформа університету Берклі для розподілених обчислень. Складається з серверної та клієнтської частин. На сьогоднішній день VOINC є універсальною платформою для проектів в галузі математики, молекулярної біології, медицини, астрофізики та кліматології. VOINC дає дослідникам можливість задіяти величезні обчислювальні потужності персональних комп'ютерів з усього світу.

Серверна частина в основному представляє собою набір PHP-скриптів і необхідна організаторам проектів для спільного управління проектом: реєстрація учасників, розподіл завдань для обробки, отримання результатів, управління базами даних проекту.

Для простих користувачів надається VOINC-клієнт - універсальний клієнт для роботи з різними (VOINC-сумісними) проектами розподілених обчислень. VOINC-клієнт дозволяє брати участь одночасно в декількох проектах з допомогою однієї загальної програми управління (boinc або boinc.exe). Для візуалізації процесу управління VOINC-клієнтом можна використовувати поставлену за замовчуванням офіційну програму-менеджер (boincmgr або boincmgr.exe), або скористатися «неофіційною» програмою для моніторингу та управління VOINC-клієнтом.

Ключові особливості системи [4]:

- дозволяє вченим-дослідникам з помірними комп'ютерними навичками створювати і управляти великими проектами за мінімальний час;
- сервер для VOINC-проекту може являти собою один комп'ютер під управлінням відкритого програмного забезпечення (Linux, Apache, PHP, MySQL, Python);
- VOINC-проекти незалежні і не вимагають централізованої реєстрації або легалізації;
- власники ПК можуть брати участь в декількох проектах і розподіляти ресурси між ними;
- надає гнучкий і масштабований механізм для розподілу даних;
- алгоритм планування розумно погоджує запити ресурсів;
- існуючі програми (C, C++) можуть бути запущені як VOINC-додатки практично без модифікацій;
- нові версії додатка можуть бути розгорнуті без участі користувача;
- проект VOINC може складатися з декількох додатків.

На рисунку 1.1 приведена архітектура VOINC. У ній можна виділити наступні блоки:

- база даних (містить інформацію про додатки, платформи, учасників, виконаній роботі, результати і т.д.);
- сервери завдань (роздають роботу клієнтам і приймають результати);
- сервери даних (управляють завантаженням файлів);

- засоби для створення, запуску, зупинки проекту, додавання нових додатків, платформ, моніторингу продуктивності;
- клієнтська частина (сервіс Windows, додаток, консольний додаток Unix).

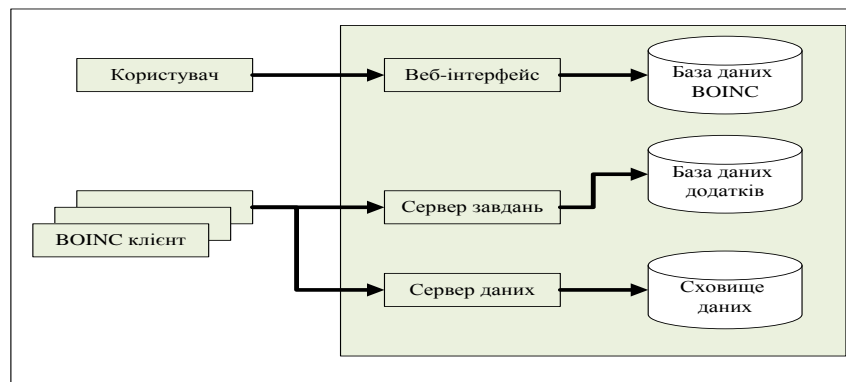


Рисунок 1.1 – Структура сервера BOINC

На рисунку 1.2 приведена структура сервера завдань.

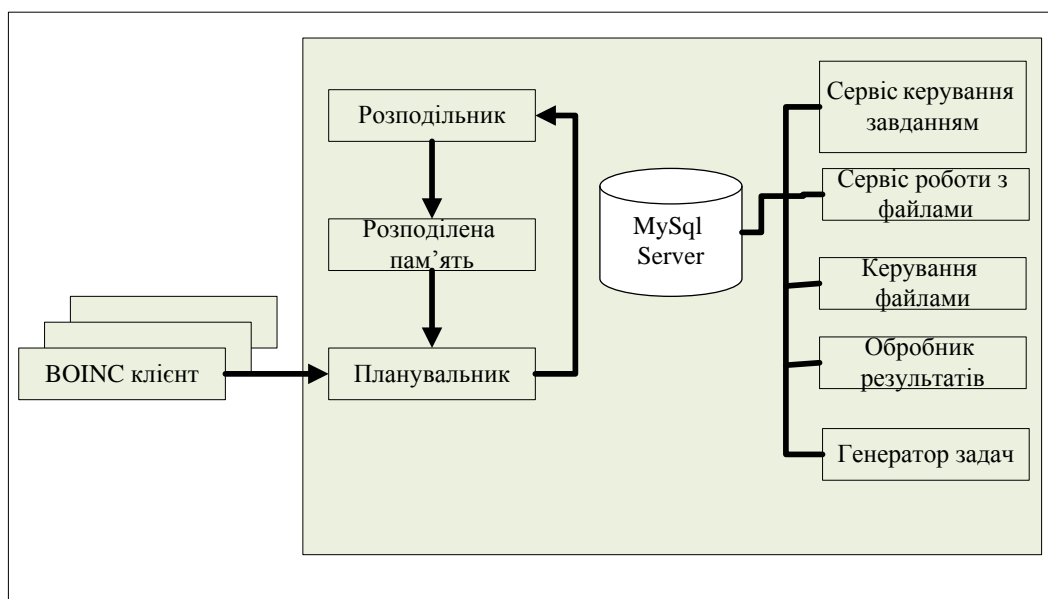


Рисунок 1.2 – Структура сервера завдань BOINC

В ньому можна виділити наступні блоки:

- версії програми для різних платформ;
- робочі модулі містять вихідні дані, аргументи командного рядка, змінні оточення, а також системні вимоги і термін завершення;

- результат обчислень для конкретного модуля складається з вихідних файлів;
- генератор завдань - створює робочі модулі;
- планувальник - визначає придатні для клієнта робочі модулі;
- розподільник - кешує інформацію БД;
- сервіс управління завданням - управляє станом робочого модуля (генерація нових екземплярів і визначення помилок);
- валідатор - досліджує результати і вибирає канонічні (включає залежну від додатка функцію порівняння результатів);
- обробник результатів - обробляє канонічні результати (включає залежну від додатка функцію, що аналізує результати і вносить їх в базу даних);
- сервіс роботи з файлами - видаляє вхідні і вихідні файли з серверів даних, коли вони більше не потрібні.

Переваги системи:

- простота масштабування системи;
- відкрита архітектура.

Недоліки системи [5]:

- незахищеність файлів проекту. BOINC не шифрує файли проекту;
- незахищеність облікової інформації з сервера. Сервер повинен бути захищений;
- незахищеність облікової інформації через мережу;
- нанесення шкоди комп'ютеру клієнта, проекти повинні бути добре протестовані;
- складна процедура запуску нового проекту.

Globus Toolkit (GT) являє собою реалізацію OGSA / OGSF (Open Grid Services Architecture / Open Grid Services Infrastructure) стандарту на архітектуру і функціональність Grid-платформ, засновану на технології веб-сервісів. Такий підхід дозволяє GT системам використовувати вже існуючі налагоджені реалізації Web Service платформ в якості базового рівня. Крім того, хоча Globus Toolkit і оперує Grid-сервісами, вони все ж є надбудовою над веб-сервісами, а значить, принципово можна перенести дуже велику кількість існуючих веб-сервісів на платформу Globus Toolkit без особливих витрат. До переваг Grid-сервісів перед традиційними веб-сервісами, відносять:

- нерезидентність сервісів;
- наявність службових даних оточення сервісу;
- система повідомлень;
- можливість організації сервісних груп;
- успадкованість і розширюваність описів сервісів в WSDL;

- можливість управління життєвим циклом кожного примірника сервісів.

Структура типової Grid-платформи, заснованої на базі GT, приведена на рисунку 1.3.

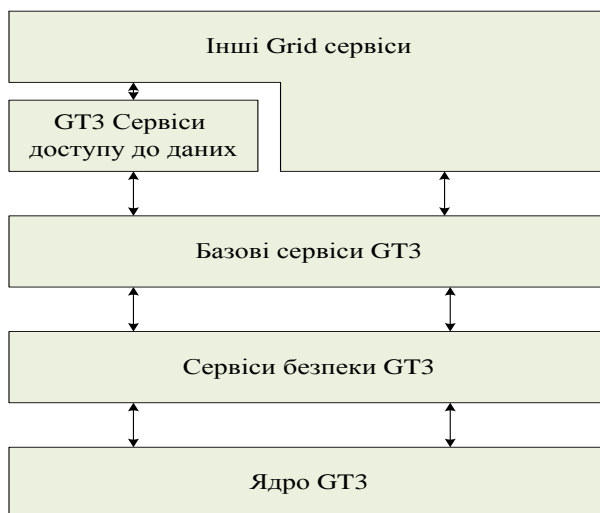


Рисунок 1.3 – Структура Globus Toolkit

До складу GT входять різні допоміжні сервіси для управління безпекою, засоби взаємодії з Grid-Ftp, засоби пакетного запуску завдань [6].

Схема взаємодії клієнта GT сервісом наведена на рисунку 1.4.

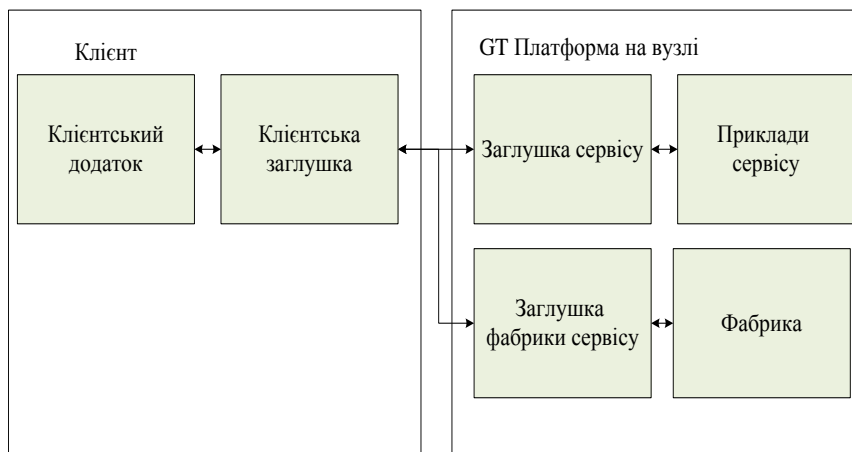


Рисунок 1.4 – Схема взаємодії клієнта з GT сервісом

Клієнтський додаток (клієнт) через заздалегідь згенеровану заглушку при створенні сервісу проміжний об'єкт звертається до фабрики сервісів (також через заглушку) для

створення екземпляра потрібного сервісу. Після перевірки системою безпеки GT прав на виконання цієї операції клієнт отримує від фабрики сервісів GSH (Grid Service Handle) унікальний ідентифікатор екземпляра сервісу. Через цей ідентифікатор за допомогою клієнтської заглушки вже можна викликати методи необхідного сервісу. Структура взаємодії між GRID вузлами наведена на рисунку 1.5.

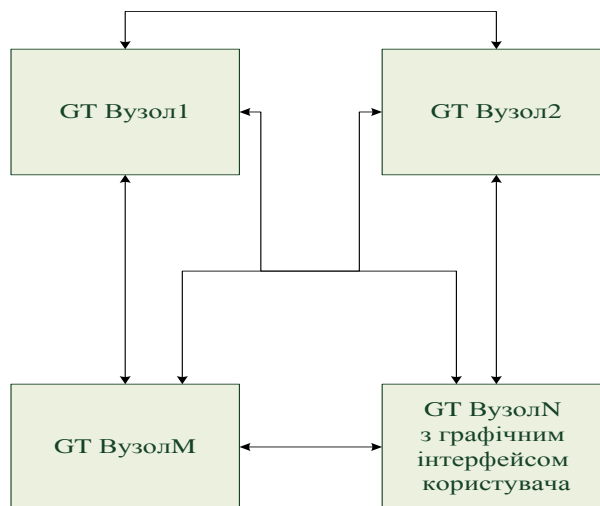


Рисунок 1.5 – Взаємодія між вузлами GT

Незважаючи на досить продуману реалізацію і наявність цілого ряду додаткових можливостей, що підвищують якість розподіленого додатку, у GT є цілий ряд недоліків, наприклад, відсутні кошти моніторингу стану вузлів, засоби забезпечення мобільності користувача сервісів, сервіси каталогів тощо [7] .

Відсутність таких засобів накладає досить серйозні обмеження. Наприклад, відсутність засобів моніторингу станів вузлів веде до того, що при розподілі підзадач по вузлах кластера користувачі не мають ні найменшого уявлення про поточну продуктивності його вузлів, ні про якість (пропускної спроможності) каналів зв'язку між ними.

Відсутність мобільності призводить до того, що для запуску необхідних для користувача сервісів на вузлах доводиться попередньо копіювати їх туди вручну та встановлювати. Відсутність сервісів каталогів є серйозним обмеженням масштабованості. Через це сервіси на одному вузлі не мають жодного уявлення про всі доступні на кластері сервіси і не можуть їх викликати.

Переваги системи:

- можливість інтеграції з існуючим набором веб-сервісів;

- наявність сервісів для управління безпекою системи;
- простота додавання нових сервісів в систему.

Недоліки системи:

- відсутність моніторингу працездатності вузлів системи;
- відсутність сервісу каталогів;
- відсутність сервісу моніторингу завантаженості вузлів системи;
- складність побудови і запуску нового проекту розподілених обчислень.

Hadoop - це програмна платформа, що дозволяє виконувати розподілення даних. При цьому Hadoop забезпечує надійність, ефективність і масштабованість. Надійність досягається за рахунок того, що Hadoop передбачає можливість виходу з ладу обчислювальних вузлів і вузлів зберігання інформації, і тому підтримує декілька робочих копій даних, обробка яких може бути перерозподілена на інші вузли. Ефективність досягається за рахунок того, що робота Hadoop заснована на принципі паралельної обробки даних, що дозволяє збільшити швидкість роботи. Крім того, платформа Hadoop масштабованості, що дозволяє виконувати обробку даних. Нарешті, Hadoop працює на масових серверах, що робить її недорогим і доступним для широкого кола продуктів.

Платформа Hadoop складається з кількох елементів [8]. Загальна структура наведена на рисунку 1.6. В основі лежить розподілена файлова система Hadoop Distributed File System (HDFS), що розподіляє файли по декільком вузлам зберігання в кластері Hadoop. Над файловою системою HDFS (в рамках розгляду цієї статті) розташовується механізм MapReduce, що складається з вузлів типів JobTracker і TaskTracker.

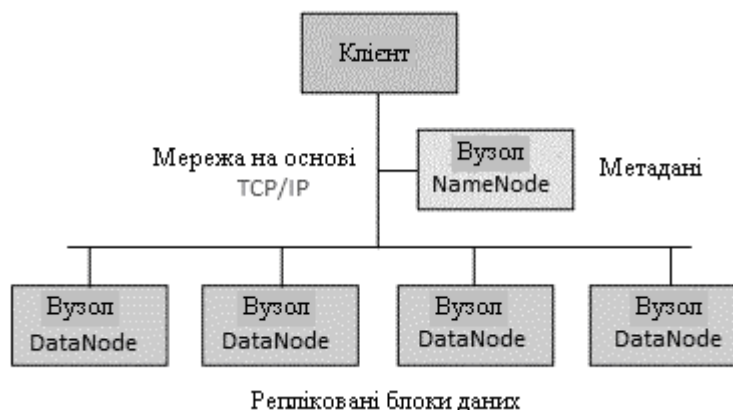


Рисунок 1.6 – Структура кластера Hadoop

Для зовнішнього клієнта HDFS виглядає як звичайна ієрархічна файлова система.

Зберігаються в HDFS файли розділені на блоки, які реплікуються на кілька комп'ютерів (вузли DataNode). Всі файлові операції управляються вузлом NameNode. Всі взаємодії всередині HDFS засновані на стандартному протоколі TCP / IP.

Вузол NameNode являє собою програмний код, зазвичай виконується на виділеній машині примірника HDFS. Цей вузол відповідає за управління простором імен файлової системи та за керування доступом з боку зовнішніх клієнтів.

Вузол NameNode визначає відповідність між файлами і реплікується на вузлах DataNode блоками. При загальноприйнятій потрійній реплікації друга репліка зберігається на окремому вузлі, розташованому в тій же стійці, а третя - на вузлі, розташованому в іншій стійці.

Реальні операції введення / виведення не звертаються до вузла NameNode - через цей вузол передаються тільки метадані про порівняння між вузлами типу DataNode і файловими блоками. Коли зовнішній клієнт посилає запит на створення файлу, вузол NameNode відповідає йому, посылаючи у відповідь ідентифікаційні дані файлового блоку і IP-адресу вузла DataNode, який буде зберігати першу копію цього блоку. Також вузол NameNode інформує ті вузли DataNode, які будуть отримувати копії даного файлового блоку.

Вузол NameNode зберігає всю інформацію про простір імен файлової системи у файлі з ім'ям FsImage. Цей файл разом з журналом всіх транзакцій (файл з ім'ям EditLog) зберігається в локальній файлової системі вузла NameNode. Файли FsImage і EditLog також реплікуються з метою їх захисту від пошкодження або втрати в разі виходу з ладу самого вузла NameNode.

Вузол DataNode також являє собою програмний код, зазвичай виконується на виділеній машині примірника HDFS. Кластер Hadoop містить один вузол типу NameNode і сотні або тисячі вузлів типу DataNode. Вузли DataNode зазвичай встановлюються в стійки, в яких всі вони підключені до комутатора. При використанні Hadoop передбачається, що мережева пропускна спроможність між вузлами однієї стійки вище, ніж між вузлами, встановленими в різних стійках.

Вузли DataNode обробляють запити на читання і запис, що надходять від клієнтів файлової системи HDFS. Також вони відповідають на команди створення, видалення блоків, отримані від вузла NameNode. Вузол NameNode отримує періодичні повідомлення про стан (т. зв. Heartbeat-повідомлення) від кожного вузла DataNode. Кожне таке повідомлення містить звіт, з якого вузол NameNode може отримати інформацію про зіставлення блоків і про інші метадані файлової системи. Якщо вузлу DataNode не вдається відправити повідомлення про стан, вузол NameNode може вжити коригуючі дії для блоків, розташованих на вузлах, що відмовили, на інші вузли кластера.

Платформу Hadoop можна розгорнути на одиночній Linux-системі (в цілях розробки та налагодження), але реальна її міць проявляється при використанні декількох стійок серверів на масових компонентах, об'єднаних в кластер Hadoop. Щоб прийняти рішення про те, як розподіляти завдання і файли в кластері, необхідно володіти знаннями про кластерну топологію. Hadoop припускає можливість виходу з ладу вузлів кластера і тому має вбудовані методи боротьби з відмовами окремих комп'ютерів і навіть цілих стійок [9].

Додаток MapReduce запускається на вимогу клієнта на єдиному керуючому вузлі, який називається JobTracker. Як і вузол NameNode, це єдиний вузол даного типу в кластері Hadoop, а його завданням є управління додатками MapReduce. Коли додаток запущено, йому надаються вхідні та вихідні директорії, що містяться в файльовій системі HDFS. Вузол JobTracker використовує інформацію про файлові блоках (кількість блоків і їх місцезнаходження), щоб вирішити, скільки підлеглих завдань необхідно створити на вузлах типу TaskTracker. Додаток MapReduce копіюється на кожен вузол, що містить вхідні файлові блоки. Для кожного файлового блоку заданого вузла створюється окрема підпорядкована задача. Кожен вузол TaskTracker доповідає про статус роботи і про завершення завдання вузлу JobTracker. На рисунку 1.7 показаний приклад розподіленої роботи в кластері.

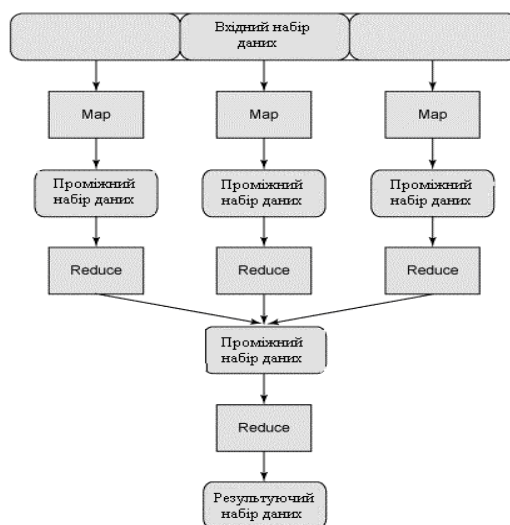


Рисунок 1.7 – Концептуальна схема процесу MapReduce

Це є важливим аспектом роботи Hadoop, оскільки замість переносу пристроїв зберігання в зону обробки даних, Hadoop переносить завдання обробки в зону зберігання даних. Таке масштабування задач обробки на кількість вузлів в кластері сприяє ефективній обробці даних.

Переваги системи:

- наявність засобів для моніторингу стану вузлів;
- забезпечення високої надійності за рахунок дублювання обчислювальних вузлів;
- простота додавання нових сервісів в систему.

Недоліки системи:

- відсутність сервісів для управління безпекою в системі;
- складність побудови і запуску нового проекту розподілених обчислень.

1.2 Порівняльний аналіз розглянутих систем побудови та виконання розподілених обчислень

Порівняльна характеристика розглянутих вище систем представлена в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Порівняльна характеристика систем побудови та виконання розподілених обчислень [11].

Характеристика	BOINC	Globus	Apache Hadoop	Проектована система
Простота запуску проекту розподілених обчислень	-	-	-	+
Моніторинг стану обчислювальних вузлів	-	+	+	+
Просто та й ефективність АРІ для підключення зовнішніх компонент	-	+	+	+
Простота масштабування системи	-	-	-	+
Простота конфігурування обчислювальних компонент	-	-	-	+
Забезпечення надійності роботи обчислювальних вузлів	-	-	+	+
Забезпечення захисту обчислювальних ресурсів	-	+	+	+

Найбільш великими недоліками розглянутих вище систем є [12]:

- складність створення нового проекту;
- відсутність зручних засобів для створення схеми розподілених обчислень.

Виходячи з переваг і недоліків вищеописаних систем, до проєктованої системи висуваються наступні вимоги:

- система повинні мати зручний графічний інтерфейс для взаємодії з користувачем. Побудова схеми має відбуватися шляхом створення в графічному редакторі діаграм. Необхідно забезпечити візуалізацію запуску розподілених обчислень, відображення прогресу виконання окремих елементів, повідомляти користувача про статус завершення компонент;

- масштабованість. Необхідно забезпечити можливість додавання в систему нових компонент сторонніх розробників. Для цього потрібно розробити універсальний інтерфейс взаємодії між компонентами;

- менеджмент компонент. Інформація про компоненти і шаблони для побудови моделей повинна зберігатися в одному сховищі даних. Нові компоненти і шаблони повинні бути доступні всім користувачам після їх додавання в систему;

- сервер додатків. Можливість додавання в систему окремих серверів, для розподілу обчислювальних навантажень. Необхідно продумати процес розміщення на цих серверах обчислювальних компонент і взаємодії їх з іншими складовими системи;

- робота з проєктами. Забезпечити зберігання створених користувачем моделей в єдиному сховищі даних, звідки він може завантажити їх в будь-який момент часу, відредагувати, запустити на виконання, зберегти результати;

- забезпечити доступ у систему тільки зареєстрованим користувачам і надання функціональних можливостей відповідно до їх ролей.

Усі вище перераховані вимоги дозволять спільне використання групою користувачів, забезпечать адміністрування системи, простоту масштабованості і організацію розподілених обчислень.

1.3 Загальні вимоги до системи розподілених обчислень

Виходячи з особливостей проаналізованих систем, система що розробляється з метою дослідження повинна мати наступні функціональні особливості [13]:

- візуальні інструментальні засоби для побудови схеми розподілених обчислень. Користувач робить це шляхом побудови діаграми з доступних елементів;
- легко масштабуватися шляхом додавання нових обчислювальних компонент;
- централізоване зберігання створених користувачем проектів;
- централізоване зберігання локальних обчислювальних компонент;
- додавання в систему серверів додатків;
- можливість конфігурувати елементи діаграм, які використовуються для побудови схеми розподілених обчислень;
- розробити систему моніторингу фізичних показників.

Система повинна складатися з пристроїв моніторингу. Кількість припустимих пристроїв не повинно перевищувати 10. Кожен пристрій має містити інтерфейс для підключення зовнішніх датчиків. Кількість датчиків не більше 5. Пристрої повинні через комунікаційні канали підключатися до сервера. Максимальна відстань від пристрою до сервера – 1000 м.

У системі можна виділити наступні складові, для яких необхідно розробити діаграми варіантів використання: підсистема побудови та виконання розподілених обчислень; підсистема конфігурування компонент; віддалений сервер додатків.

Основні дії які може виконувати користувач: створення нового проекту; створення і редагування діаграми; запуск діаграми; установка прав доступу на проект; видалення і редагування проекту.

По відношенню до системи існує два види користувачів: адміністратор; розробник.

Основні дії які доступні розробникові: робота з ресурсами; робота з компонентами; робота з елементами діаграм; робота з ревізіями; запуск програми для моделювання в тестовому режимі.

Адміністратору доступні наступні функції [14]:

- робота з ревізіями;
- установка робочої ревізії.

Зовнішня система виконує будь-яку дію з додатками на сервері. Основні дії, які доступні: створити задачу; передати всі необхідні параметри; запустити задачу на виконання; отримати статус завдання; отримати результати; очистити всі тимчасові файли і директорії, пов'язані із завданням.

Для проведення дослідження системи розподілених обчислень необхідно сформулювати вимоги до програмної підсистеми. Апаратна підсистема повинна мати наступні функціональні особливості:

- система повинна складатися з пристроїв моніторингу. Кількість припустимих пристроїв не повинно перевищувати 10;
- кожен пристрій має містити інтерфейс для підключення зовнішніх датчиків. Кількість датчиків не більше 5;
- пристрій моніторингу повинен мати вбудовані датчики температури і вологості;
- пристрої повинні підключатися через комунікаційні канали до сервера. Максимальна відстань від пристрою до сервера – 1000 м.

1.4 Висновки до розділу 1

У першому розділі магістерської роботи проведено аналіз та дослідження існуючих систем побудови і виконання розподілених обчислень.

Визначені ключові особливості, які необхідно враховувати при розробці систем для організації розподілених обчислень, розглянуті типові структури, визначені їх переваги та недоліки.

Для подальшого проведенні досліджень сформульовані вимоги до програмної підсистеми розподілених обчислень та визначені її апаратні особливості.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВИКОНАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

2.1 Логічна структури схеми розподілених обчислень

Для дослідження системи розподілених обчислень слід розробити логічну структуру процесу розподілених обчислень.

На рисунку 2.1 наведена логічна структура схеми розподілених обчислень.

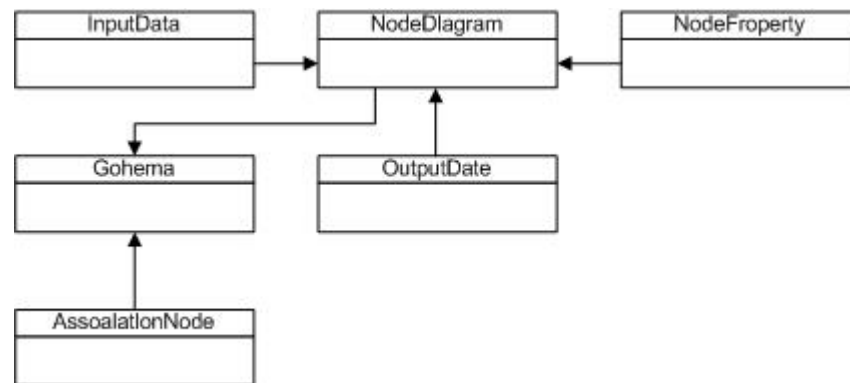


Рисунок 2.1- Логічна структура схеми розподілених обчислень

Логічна структура складається з наступних компонентів:

- елементи схеми – частини системи, які можуть виконувати обробку або перетворення даних;
- властивості елементів діаграми – введені користувачем дані, які будуть використані для обчислень;
- зв'язок між елементами схеми;
- вхідні дані – вхідні дані від інших елементів схеми;
- вихідні дані – результати роботи компонента, який пов'язаний з елементом схеми.

2.2 Архітектури системи

Загальна архітектура системи наведена в додатку А. Основна частина системи розташована на веб-сервері, який надає користувачеві доступ до таких ресурсів системи як: додаток для моделювання і додаток для конфігурування компонентів. У системі може бути

присутня довільна кількість серверів додатків. Для забезпечення можливості досліджувати процеси в реальному часі до сервера додатків підключається система моніторингу фізичних показників. Розглянемо більш детально кожен складову архітектури системи.

- веб-сервер. Містить серверну частину системи. Надає користувачам системи доступ до таких ресурсів як додаток для конфігурування системи і додатки для моделювання. Також служить для взаємодії з СУБД і зберігання всіх локальних компонент, які при завантаженні програми моделювання копіюються на комп'ютер користувача і працюють безпосередньо на клієнтській стороні;

- підсистема для моделювання. Частина системи для виконання процесу моделювання. Містить всю необхідну логіку для роботи з діаграмами, взаємодіє з серверною частиною і серверами додатків за допомогою веб-сервісів;

- підсистема конфігурування. Надає можливість конфігурувати компоненти, елементи діаграм, додавати сервера додатків;

- сервер додатків. Служить для забезпечення організації в системі розпаралеленого і розподіленого процесу обчислень. Містить програми для моделювання і взаємодіє із зовнішніми системами за допомогою веб-сервісів;

- пристрої моніторингу. Для забезпечення можливості досліджувати фізичні процеси в реальному часі до системи можна підключати пристрої моніторингу. Кожний такий пристрій містить у собі набір датчиків для вимірювання різних фізичних параметрів. Сервер програми виконує опитування цих пристроїв і зберігає отримані значення в локальному сховищі даних. Після цього отримані величини можуть використовуватися будь-яким науковим додатком.

2.3 Схема потоків даних

В додатку Б наведена схема потоків даних в системі.

Основними обробниками даних в системі є:

- підсистема побудови та виконання розподілених обчислень;
- підсистема конфігурування компонентів;
- сервер додатків;
- бібліотека для інтеграції локальних компонент;
- локальні і видалені компоненти;
- серверна частина системи.

2.4 Схема взаємодії між компонентами

Обчислювальні компоненти, які присутні в системі повинні відповідати певним вимогам. Ці вимоги стосуються формату вхідних і вихідних даних.

Схема розподілених обчислень створюється користувачем у вигляді діаграми. При запуску даної діаграми створюється ієрархія каталогів. Для кожного обчислювального вузла створюється окрема директорія, в яку він буде зберігати результати своїх обчислень.

В системі є два види компонент: локальні і віддалені. Локальні компоненти служать в основному для візуалізації результатів, виведення графіків і т. д. Всі складні обчислення виконуються на віддалених компонентах.

Локальні компоненти копіюються на комп'ютер користувача при завантаженні програми для моделювання. Дистанційні компоненти розміщуються на сервері додатків. Необхідно розробити універсальний інтерфейс для запуску цих компонент.

Вхідні дані для кожного обчислювального компонента будуть передаватися у вигляді xml.

2.5 Підсистема конфігурування компонентів

Додаток для конфігурування й адміністрування повинен забезпечити всю необхідну функціональність для налаштування системи.

Основними модулями структури програми для конфігурування компонент, які можна виділити є:

- модуль для роботи з компонентами. Забезпечує додавання, видалення і редагування локальних компонент;
- модуль для роботи з ревізіями. Забезпечує створення і редагування ревізій, а також установку поточної ревізії;
- модуль для роботи з ресурсами. Забезпечує завантаження на сервер зображень для елементів діаграм;
- модуль для роботи з елементами діаграм. Забезпечує редагування елементів діаграм, створення груп елементів, а також пов'язує елементи діаграм з обчислювальними компонентами;
- веб-сервіси. Служать для зв'язку з серверною частиною додатка.

2.6 Віддалений сервер додатків

Віддалений сервер додатка забезпечує запуск і управління віддаленими компонентами. Структура представлена в додатку В.

Містить наступні модулі:

- модуль запуску компонент. Модуль для запуску компонент;
- модуль конфігурування. Модуль, який забезпечує доступ до основних конфігураційних файлів;
- модуль, який забезпечує передачу файлів з результатами роботи компонент по протоколу http;
- веб-сервіси. Через них здійснюється управління компонентами: запуск завдання, моніторинг статусу завдання, отримання результатів роботи.

2.7 Додаток для моделювання

Додаток для моделювання містить графічний редактор діаграм, а також всю логіку для запуску моделі. Структура наведена в додатку В. Основні модулі:

- модуль для роботи з проектами. Забезпечує створення, видалення і редагування проектів;
- графічний редактор діаграм. Забезпечує зручне створення нових діаграм, створення зв'язків між елементами діаграм, додавання нових елементів зі списку існуючих, встановлення вхідних даних;
- модуль запуску діаграми. Містить всю логіку по розбору діаграми і запуску локальних і віддалених компонент.

2.8 Серверна підсистема

Серверна частина проекту містить шар доступу до джерела даних, а також частину логіки для роботи з проектами, завданнями, компонентами. Також містить модуль авторизації та аутентифікації користувачів. Структура наведена в додатку Г. Основні модулі: сервіс для роботи з елементами діаграм; сервіс для роботи з ревізіями; модуль авторизації та аутентифікації; сервіс для роботи з віддаленими серверами додатків; сервіс для роботи з проектами; сервіс для роботи з локальними компонентами.

Додаток для моделювання і додаток для конфігурування компонентів інтегруються з серверною частиною використовуючи веб-сервіси.

Для зберігання всіх даних в системі використовується реляційна база даних. Структура наведена в додатку Д.

Таблиця «applications» містить віддалені компоненти, розташовані на серверах додатків. Детальний опис полів наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Опис таблиці “applications”

Поле	Значення
application_id	унікальний ідентифікатор
application_serverid	унікальний ідентифікатор додатка на сервері
name	назва
description	опис
host	IP адреса або DNS ім'я сервера додатків
port	номер порту на якому працює сервер додатків

Таблиця «jobs» містить завдання, які створюються при запуску віддаленого компонента. Детальний опис полів наведено в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Опис таблиці jobs

Поле	Значення
job_id	унікальний ідентифікатор
project_id	ідентифікатор проекту з яким пов'язана задача
node_id	ідентифікатор вузла на діаграмі з яким пов'язана задача
application_id	ідентифікатор додатка з яким пов'язана задача
status	статус завдання. «0» - завдання запущена, «1» - завдання завершилось успішно, «2» - завдання завершилось невдало

Таблиця «components» містить локальні компоненти. Детальний опис полів наведено в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 – Опис таблиці components

Поле	Значення
component_id	унікальний ідентифікатор
name	назва
description	опис
dll	назва бібліотеки
support_dll	назва бібліотеки для інтеграції
revision_id	ідентифікатор ревізії, до якої відноситься компонент

Таблиця «» містить всі проекти, створювані в системі. Детальний опис полів наведено в таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Опис таблиці workflow

Поле	Значення
workflow_id	унікальний ідентифікатор
create_time	час створення
user_id	ідентифікатор користувача який створив
name	назва
description	опис
public	ознака того чи доступний проект всім користувачам
description	детальний xml опис проекту

Таблиця «workflow_to_user» містить права доступу для проектів. У таблиці 2.5 наведено докладний опис полів

Таблиця 2.5 – Опис таблиці workflow_to_user

Поле	Значення
workflow_to_user	унікальний ідентифікатор
workflow_id	ідентифікатор проекту
user_id	ідентифікатор користувача

Таблиця «revisions» містить інформацію про ревізії. Детальний опис полів наведено в таблиці 2.6

Таблиця 2.6 – Опис таблиці revisions

Поле	Значення
revision_id	унікальний ідентифікатор
public	ознака того чи доступна для редагування
master	ознака того, чи є поточною ревізією

Таблиця «shapes» містить опис елементів діаграм. Детальний опис полів наведено в таблиці 2.7

Таблиця 2.7 – Опис таблиці shapes

Поле	Значення
shape_id	унікальний ідентифікатор
xml	xml опис
description	опис
revision_id	ідентифікатор ревізії

У таблиці «users» зберігаються логіни і паролі користувачів системи, у таблиці «roles» - список ролей, а в «role_to_user» - ролі для кожного користувача.

2.9 Інтерфейс користувача

На рисунку 2.2 наведена головна сторінка підсистеми моделювання. Зверху знаходиться рядок меню для відкриття існуючого проекту або створення нового. Зліва виводиться список останніх проектів, які створював користувач. Клацнувши на одному з них - проект відкриється для редагування. Внизу зліва знаходяться посилання для виклику довідки і для створення прикладу проекту. У центрі знаходиться короткий опис по використанню додатка.

На рисунку 2.3 наведено інтерфейс користувача при створенні діаграм. Зліва по групах доступні всі елементи діаграм. Користувач може додати їх шляхом перетягування мишею на полі редагування.

Натиснувши два рази на елементі діаграми, відкривається вікно для завдання властивостей і вхідних даних. Зверху знаходиться рядок меню, яка містить кнопки для збереження, відкриття, створення нового проекту, переходу на головну сторінку.

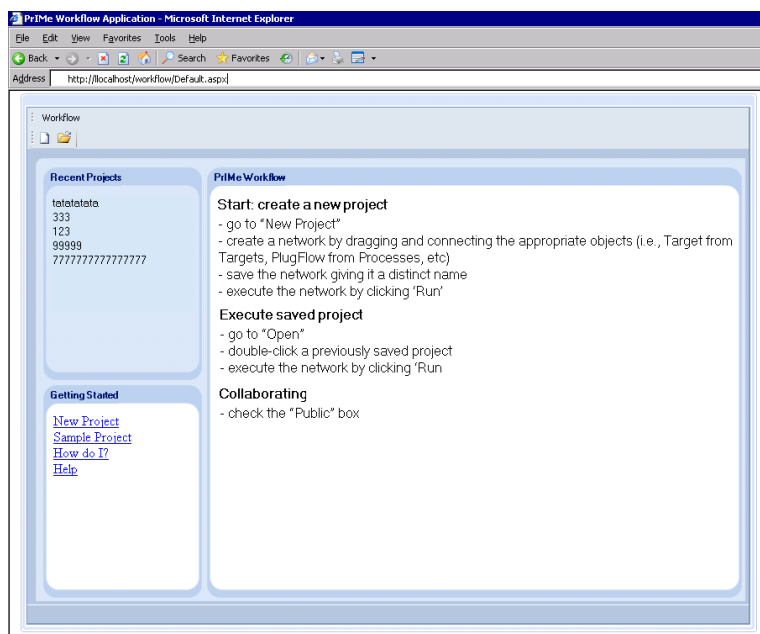


Рисунок 2.2 – Головна сторінка підсистеми моделювання

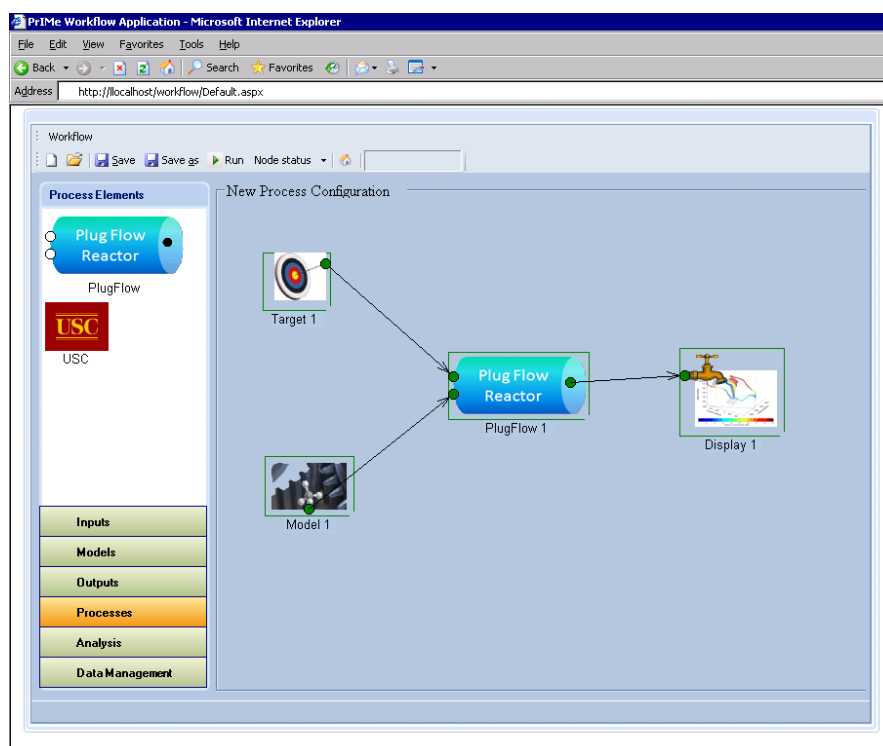


Рисунок 2.3 – Інтерфейс створення нової діаграми

На рисунку 2.4 наведено діалог при відкритті проекту. Відображаються всі проекти, до яких користувач має доступ. Також тут можна видалити проект. У вікні виводиться коротка інформація по кожному проекту: назва, опис, дата створення, ім'я автора.

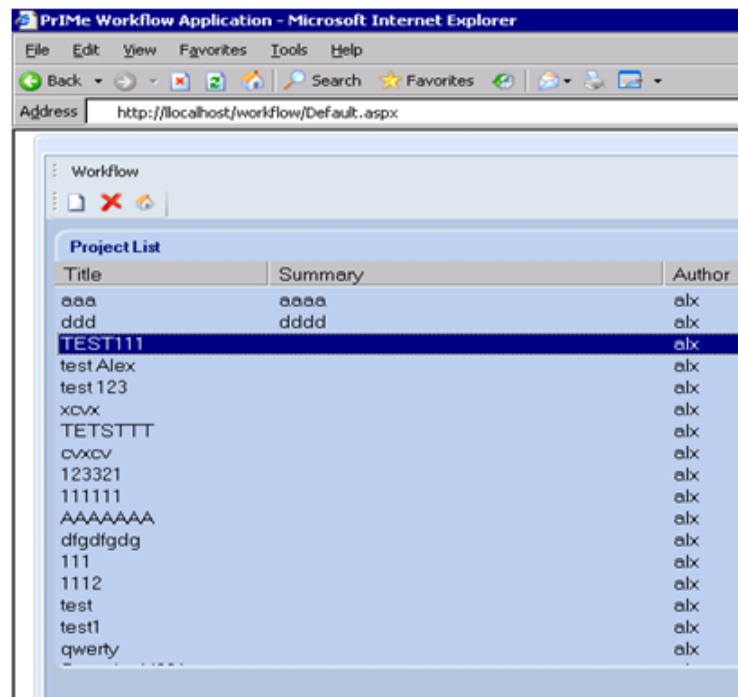


Рисунок 2.4 – Інтерфейс відкриття проекту

На рисунку 2.5-2.6 наведено інтерфейс користувача для програми конфігурування компонентів. Він розбитий на кілька закладок, кожна з яких містить інтерфейс для управління ресурсами, компонентами, елементами діаграм, ревізіями. На рисунку 2.5 наведено діалог для управління ресурсами. Зліва з'явиться список доступних зображень, праворуч поле для перегляду, внизу кнопки для додавання і видалення ресурсів.

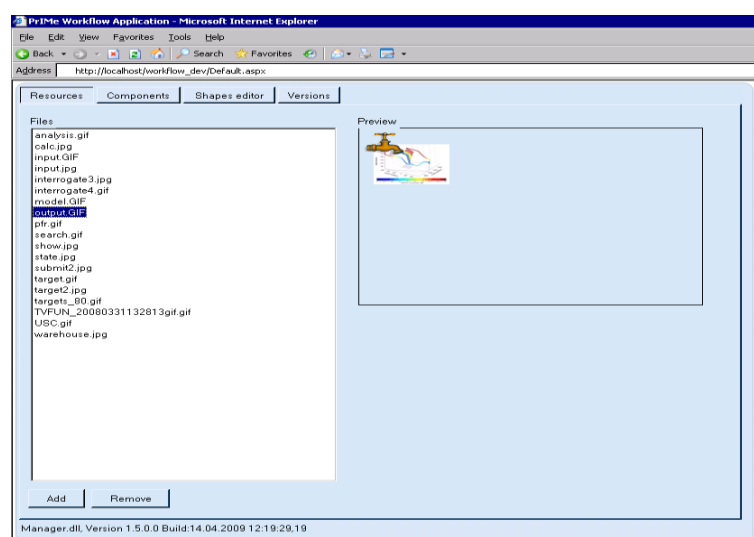


Рисунок 2.5 – Інтерфейс управління ресурсами

На рисунку 2.6 наведено діалог для управління локальними компонентами. Зліва з'явиться список доступних компонент. Праворуч детальна інформація по вибраному компоненту. Внизу кнопки для додавання, редагування та видалення компонентів.

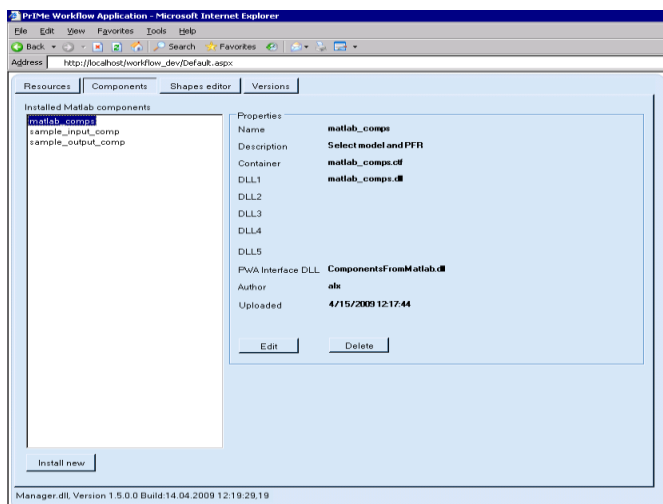


Рисунок 2.6 – Інтерфейс управління компонентами

На рисунку 2.7 наведено діалог для управління елементами діаграм. Зліва відображається дерево елементів, в якому можна додати нові групи елементів, додати в групу елементи, задати нові властивості. Посередині відображається детальна інформація по обраній властивості. Також тут пов'язується елемент діаграми з обчислювальним компонентом.

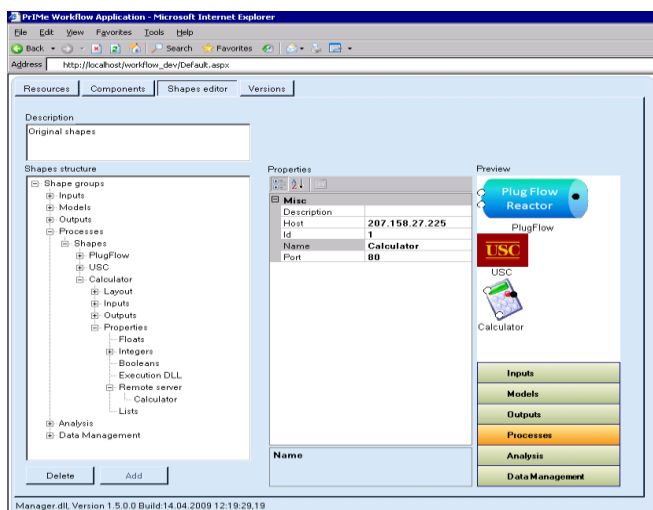


Рисунок 2.7 – Інтерфейс конфігурування елементами діаграми

На рисунку 2.8 наведено діалог для управління ревізіями. Зверху виводиться інформація про поточну ревізію. Внизу кнопки для збереження ревізії, установка обраної ревізії як поточної, відкриття програми для моделювання з поточною ревізією.

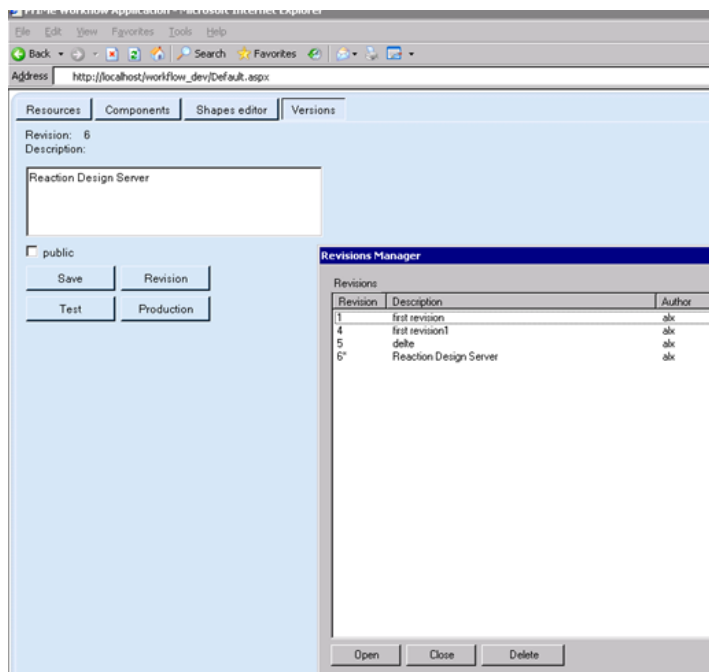


Рисунок 2.8 – Інтерфейс роботи з ревізіями

2.10 СУБД і платформи реалізації

Ключовим моментом при виборі платформи реалізації системи моделювання є те, що в контексті браузера необхідно виконувати виконуваний код бібліотек компонентів. Технологія ActiveX дозволяє завантажувати в браузер виконуваний код і виконувати його.

Сервер додатків може працювати на різних платформах. Тому його доцільно реалізувати з використанням Java технологій.

Так як при реалізації системи моделювання буде використовуватися .NET, то в якості СУБД доцільно використовувати MS SQL-Server, що найбільш легко інтегрується з .Net framework.

2.11 Висновки до розділу 2

У другому розділі магістерської роботи з метою дослідження системи виконання розподілених обчислень проведено розроблення структурної схеми системи та визначені її компоненти.

Визначена архітектура системи, основна частина якої розташована на веб-сервері, який надає користувачеві доступ до таких ресурсів системи як: додаток для моделювання і додаток для конфігурування компонентів. Обчислювальні компоненти, які присутні в системі відповідати вимогам щодо формату вхідних і вихідних даних. Схема розподілених обчислень створюється користувачем у вигляді діаграми. При запуску даної діаграми створюється ієрархія каталогів. Для кожного обчислювального вузла створюється окрема директорія, в яку він буде зберігати результати своїх обчислень.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДЖЕННЯ АПАРАТНОЇ ПІДСИСТЕМИ І РЕАЛІЗАЦІЯ ПОБУДОВИ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ

3.1 Реалізація протоколів та підсистем

Після перевірки доступності сервера додатків, віддаленого компоненту передається xml опис вхідних даних, в якому описуються введені користувачем дані і інформація про зв'язки вузла на діаграмі. Далі на сервер передаються файли з результатами пов'язаних обчислювальних вузлів і записуються в спеціально відведені для цього директорії. Після цього проводиться запуск завдання. У будь-який момент часу зовнішні системи можуть запросити статус завдання. Після закінчення роботи компонента, результати зберігаються в спеціальну директорію звідки їх можуть забрати решта обчислювальні компоненти.

На рисунку 3.1 приведена діаграма послідовностей при запуску віддаленого компонента.

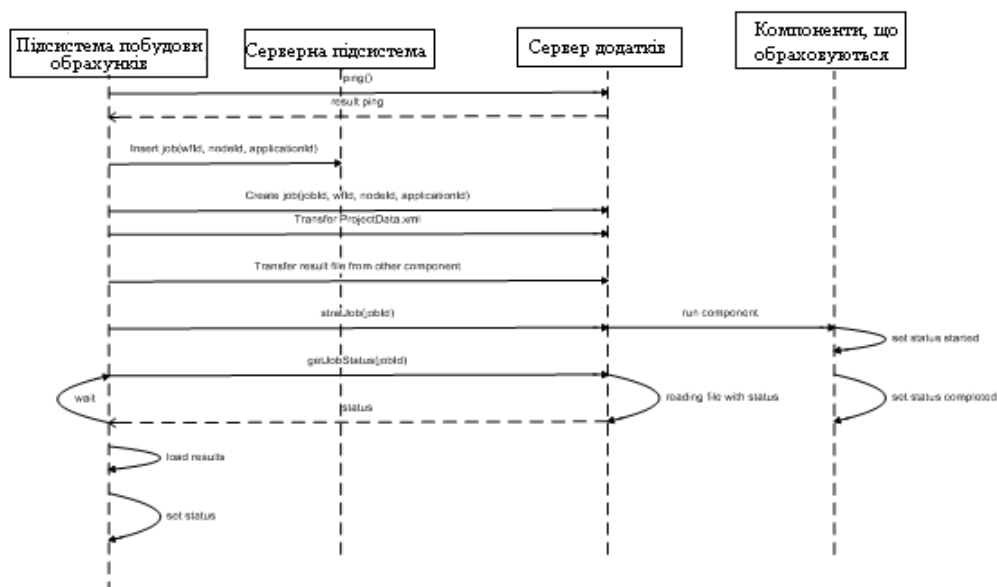


Рисунок 3.1 – Діаграма послідовності при запуску віддаленого компонента

При запуску схеми розподілених обчислень проводиться аналіз всіх обчислювальних компонент. При запуску схеми проводиться попередня валідація схеми. Якщо якісь вузли недоступні або неправильно задані властивості, то обчислення не запускаються. Після цього створюється список обчислювальних компонент готових до запуску. Якщо на черговому кроці алгоритму виявиться що список локальних компонент готових до запуску порожній, і список

видалених компонент теж порожній, то запуск завершується невдачею. Якщо ж список видалених компонент не порожній, то проводиться опитування статусів. Блок-схема алгоритму роботи наведена в додатку Е.

При запуску проекту розподілених обчислень на сервері додатків створюється структура каталогів, яка забезпечить збереження результатів роботи кожного обчислювального компонента. Структура наведена в додатку Ж.

Основні функції, які забезпечує серверна підсистема [15]:

- забезпечення авторизації та аутентифікації користувачів системи;
- бізнес-логіка для роботи з конфігурацією обчислювальних компонент;
- зберігання інформації про статуси запущених завдань на серверах додатків;
- бізнес-логіка для роботи з проектами розподілених обчислень;
- бізнес-логіка для роботи з віддаленими серверами додатків.

Діаграма класів наведених в додатку К1. опис призначення класів та інтерфейсів наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Значення класів

Клас	Значення
WorkflowHolder	Клас-домен проекту розподілених обчислень
WorkflowService	Реалізація сервісу для роботи з проектами розподілених обчислень
IWorkflowService	Інтерфейс сервісу для роботи з проектами розподілених обчислень
JobHolder	Клас-домен завдання на сервері додатків
JobService	Реалізація сервісу для роботи з завданнями на сервері додатків
IJobService	Інтерфейс сервісу для роботи з завданнями на віддаленому сервері додатків
UserService	Реалізація сервісу для роботи з користувачами системи
IUserService	Реалізація аутентифікації
KineticsRoleProvider	Значення

Основні функції які має забезпечити підсистема конфігурування компонент:

- конфігурування та настройка обчислювальних компонент;
- конфігурування елементів діаграм;
- управління ревізіями.

Діаграми класів підсистеми приведені в додатках.

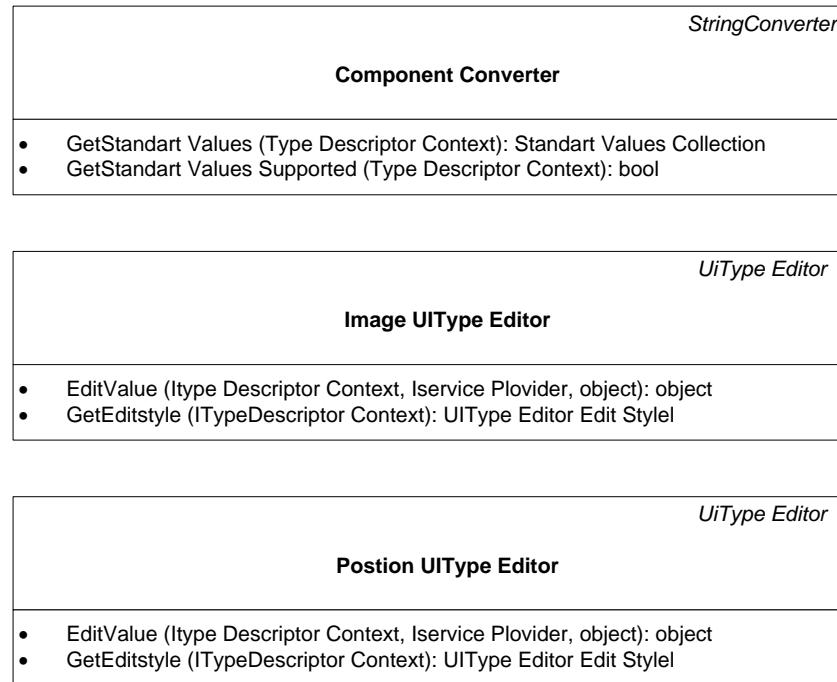


Рисунок 3.2 – Діаграма класів підсистеми конфігурування компонент

Основні функції, які забезпечує підсистема побудови і запуску розподілених обчислень [16]:

- створення схеми розподілених обчислень;
- запуск схеми розподілених обчислень.

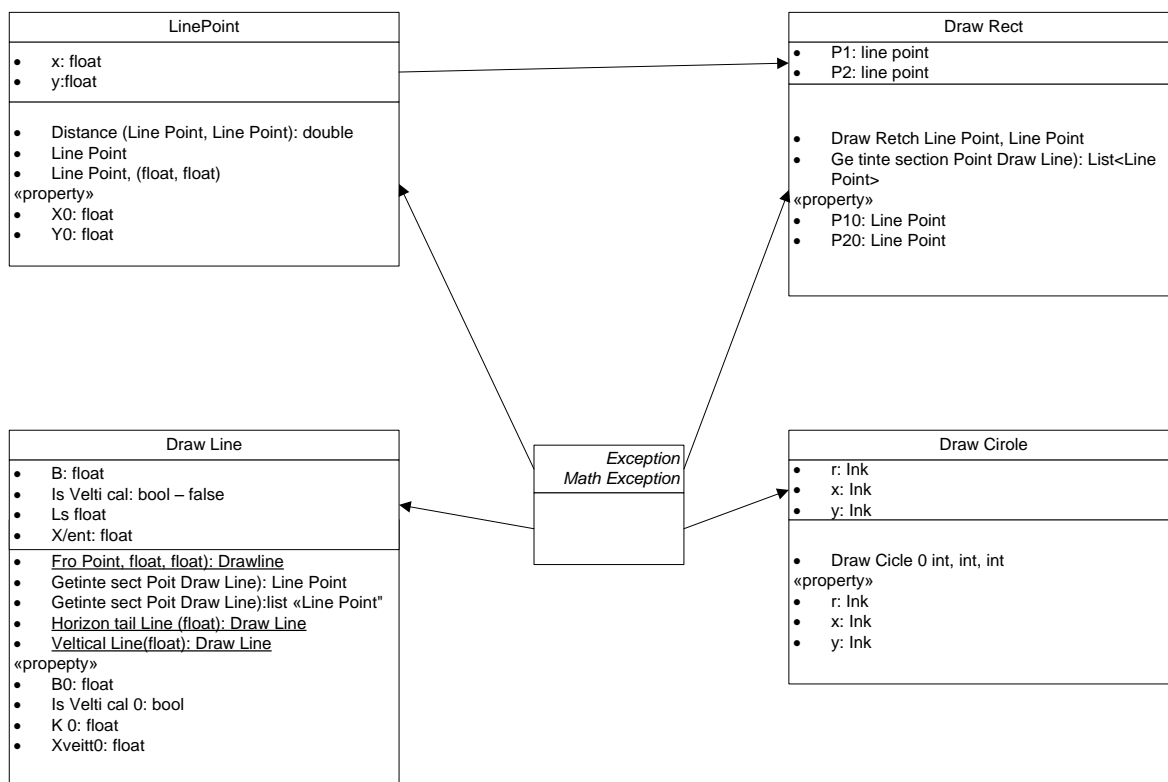


Рисунок 3.3 – Діаграма класів підсистеми побудови та запуску обчислювальних КОМПОНЕНТІВ

3.2 Реалізація віддаленого сервера додатків

Діаграма класів віддаленого сервера додатків наведена в додатку К.5.

Таблиця 3.2 – Опис призначення класів та інтерфейсів наведених в додатку К.5

Клас	Значення
IApplicationService	Інтерфейс сервісу для взаємодії віддаленого сервера додатків з іншими підсистемами
Application	Клас домен обчислювального компонента
KineticsConfig	Клас для конфігурування та налаштування віддаленого сервера додатків. Основні конфігураційні файли містять шлях до xml опису доступних обчислювальних компонент.
ComponentRun	Клас для запуску віддаленого обчислювального компонента
FileTransfer	Клас для забезпечення передачі файлів з результатами роботи обчислювальних компонент.

Продовження таблиці 3.2

Клас	Значення
ApplicationSoap12Impl	Реалізація сервісу для взаємодії віддаленого сервера додатків з іншими підсистемами. Надає основні методи для передачі вхідних параметрів обчислювальному компоненту, запуску на виконання, моніторингу стану запущеної задачі

Таблиця 3.3 – Опис методів інтерфейсу IApplicationServer

Метод	Призначення
addParameter	Отримує вхідну інформацію для заданого node
addParameterToNode	Отримує файли, в яких міститься результат роботи вузлів
createJob	Створює на сервері новий Job
getJobResult	Отримує результат роботи зазначеного job
getJobStatus	Отримує результат роботи завдання
getPathProjects	Повертає шлях до каталогу, в якому зберігаються всі файли запущених проектів
startJob	Запуск зазначеного job на виконання

Таблиця 3.4 – Опис методів класу Application

Метод	Призначення
getCommnadLine	Повертає командний рядок, яка буде запускати обчислювальні компоненти
getName	Повертає назву наукового додатка
setCommandLine	Встановлює командний рядок
setName	Встановлює назву додатка

Таблиця 3.5 – Опис методів класу ComponentRun

Метод	Призначення
Componentrun	Конструктор, який приймає в якості вхідного параметра ідентифікатор job
Run	Запуск обчислювального компонента

Таблиця 3.6 – Опис методів класу KineticsConfig

Метод	Призначення
getApplication	Повертає додаток за ідентифікатором
getConfigFile	Повертає шлях до основного конфігураційному файлу
getJobsFile	Повертає шлях до файлу, куди зберігаються ідентифікатори запущених job
getPathProjects	Повертає шлях до каталогу де зберігається інформація про запущені проекти
getUrlResult	Повертає url куди будуть зберігатися результати роботи додатків
getLogger	Повертає посилання на клас Logger, який можна використовувати для запису логів

3.3 Визначення шляхів і методів розв'язання задачі, розробка програмного забезпечення для сервера

Згідно з технічним завданням необхідно розробити систему моніторингу фізичних показників. Система повинна складатися з пристроїв моніторингу, що підключаються до центрального комп'ютера. Кількість припустимих пристроїв не повинно перевищувати 10 штук. Кожен пристрій має містити інтерфейс для підключення зовнішніх датчиків. До пристрою моніторингу підключається не більше 5 зовнішніх датчиків. Пристрої повинні через комунікаційні канали підключатися до сервера. Максимальна відстань від пристрою до сервера - 1000м.

Розробка системи складається з наступних етапів:

- вибір інтерфейсів сполучення основних вузлів системи;
- вибір елементної бази. Тут необхідно вибрати мікроконтроллер, а також датчики температури і вологості;
- розробка структурної схеми;
- розробка принципової схеми;
- вибір і розрахунок всіх електронних компонент;
- розробка протоколу взаємодії між сервером і пристроями моніторингу;
- розробка програмного забезпечення для пристрою моніторингу;
- розробка програмного забезпечення для сервера.

3.4 Вибір інтерфейсів для спряження вузлів системи

При вирішенні даної задачі необхідно проаналізувати наступні питання:

- інтерфейс сполучення з центральним сервером;
- інтерфейс сполучення мікроконтролера з зовнішньою шиною;
- інтерфейс підключення датчиків до мікроконтролера.

При виборі інтерфейсу сполучення пристроїв моніторингу слід враховувати такі характеристики як [17]:

- швидкість передачі інформації;
- максимальна відстань;
- простота застосування.

Проведемо вибір інтерфейсу між Ethernet 100BASE-T і RS-485. У таблиці 3.7 наведено порівняльну характеристику цих протоколів.

Таблиця 3.7 – Порівняльна характеристика RS-485 и Ethernet 100BASE-T

Характеристика	RS-485	Ethernet 100BASE-T
Відстань, м	1200(залежить від швидкості, але при вирішенні задачі необхідно саме таку відстань)	100
Швидкість	62 КБіт/с	100 Мбіт/с
Простота застосування	Досить просто застосовувати і інтегрувати в систему.	Складно. Виникають проблеми при підключенні до мікроконтролера та організації взаємодії з ним.

Як видно з таблиці 3.7 доцільно застосувати RS-485, так як розроблювана система не вимагає високої швидкості обміну між пристроями, а простота інтеграції з мікроконтролером дуже важлива при реалізації.

Електричні і часові характеристики інтерфейсу RS-485 [18]:

- 32 прийомо-передавача при багатоточковій конфігурації мережі (на одному сегменті, максимальна довжина лінії в межах одного сегмента мережі: 1200 метрів);
- тільки один передавач активний;
- максимальна кількість вузлів в мережі - 250 з урахуванням магістральних підсилювачів;

- характеристика швидкість обміну / довжина лінії зв'язку (залежність експоненціальна): 62,5 кбіт/с 1200 м (одна кручена пари), 375 кбіт/с 300 м (одна кручена пара), 500 кбіт/с, 1000 кбіт/с, 2400 кбіт/с 100 м (дві кручені пари), 10000 кбіт/с 10 м.

При виборі інтерфейсу сполучення з персональним комп'ютером проаналізуємо інтерфейс USB. У таблиці 3.8 наведено ключові характеристики інтерфейсу USB [19].

Таблиця 3.8 – Ключові характеристик інтерфейсу USB

Характеристика	USB
Відстань, м	10
Швидкість, Мб/с	12

Інтерфейс USB не вимагає додаткового обладнання, оскільки є в наявності в кожному ПК.

У інтерфейсі USB інформація передається по двох лініях зв'язку у парафазному кодї рівнями сигналів, що відрізняються від стандартних 5В, для забезпечення більшої стійкості до перешкод. Асинхронна передача даних здійснюється з встановленою швидкістю при синхронізації рівня сигналу стартового імпульсу.

За структурою це звичайний асинхронний послідовний протокол, тобто передавальна сторона по черзі видає в лінію 0 і 1, а приймаюча відстежує їх і запам'ятовує.

Дані передаються пакетами по одному байту (8 біт).

Спочатку передається стартовий біт, протилежної полярності станом незайнята (idle) лінії, після чого передається безпосередньо корисна інформація, від 5 до 8-ми біт.

Побачивши стартовий біт, приймач вичікує інтервал T1 і зчитує перший біт, потім через інтервали T2 зчитує інші інформаційні біти. Останній біт - стоповий біт, що говорить про те що передача завершена.

В кінці байта, перед стоп бітом, може передаватися біт парності CRC (для контролю якості передачі).

При підключенні датчиків до пристрою моніторингу можна скористатися двома варіантами:

- використовувати інтерфейс I²C;
- застосувати аналогове підключення до мікроконтролера.

Очевидно, що більш кращим є застосування інтерфейсу I²C, так як підвищується завадостійкість при знятті показань з датчиків, а також з'являється можливість уніфікувати спосіб сполучення пристрою моніторингу з зовнішніми пристроями.

I²C використовує дві двонаправлених лінії - послідовна лінія даних (SDA, англ. Serial Data) і послідовна лінія тактування (SCL, англ. Serial Clock), обидві навантажені резисторами [20]. Стандартні напруги +5 V або +3.3 V.

Класична адресація включає 7-бітовий адресний простір з 16 зарезервованими адресами. Це означає до 112 вільних адрес для підключення периферії на одну шину.

Основний режим роботи - 100 кбіт/с; 10 кбіт/с в режимі роботи зі зниженою швидкістю. На рисунку 3.4 приведена діаграма передачі даних по I²C.

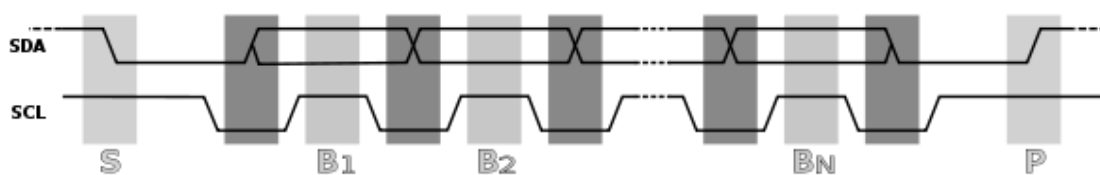


Рисунок 3.4 – Передача даних по шині I²C

Процедура обміну починається з того, що ведучий формує стан СТАРТ - провідний генерує перехід сигналу лінії SDA з ВИСОКОГО стану в НИЗЬКИЙ при високому рівні на лінії SCL. Процедура обміну завершується тим, що ведучий формує стан СТОП - перехід стану лінії SDA з НИЗЬКОГО стану в ВИСОКИЙ при ВИСОКОМУ стані лінії SCL. Передача 8 біт даних від передавача до приймача завершуються додатковим циклом (формуванням 9-го тактового імпульсу лінії SCL), при якому приймач виставляє низький рівень сигналу на лінії SDA, як ознака успішного прийому байта.

Процедура адресації на шині I²C полягає в тому, що перший байт після сигналу СТАРТ визначає, який введений адресується провідним для проведення циклу обміну. Виняток становить адрес «Спільного виклику», який адресує всі пристрої на шині.

3.5 Вибір мікроконтролера

Вибір мікроконтролера є одним з найважливіших рішень при розробці пристрою.

Основна мета вибрати найменш дорогий мікроконтроллер (щоб знизити загальну вартість пристрою), але в той же час задовольняє специфікації системи, тобто вимогам по продуктивності, надійності, умовам застосування і т.д.

Дана модель являє собою малопотужний і відносно недорогий мікроконтролер фірми ATMEL [21]. Структурна схема приведена в додатку Л.

Має наступні характеристики:

- 8-розрядний високопродуктивний мікроконтролер з малим споживанням;
- прогресивна RISC архітектура містить 130 високопродуктивних команд, більшість команд виконується за один тактовий цикл. Має 32 8-розрядних робочих регістра загального призначення. Наближається до 16 MIPS (при тактовій частоті 16 МГц) продуктивність;
- наявність 8 Кбайт незалежної пам'яті програм і даних;
- 8 до SRAM;
- два 8-розрядних таймера / лічильника з окремим попереднім дільником, один з режимом порівняння. Один 16-розрядний таймер / лічильник з окремим попередніми дільником і режимами захоплення і порівняння. Лічильник реального часу з окремим генератором;
- 8-канальний аналого-цифровий перетворювач;
- байт-орієнтований 2-проводний послідовний інтерфейс;
- програмований послідовний USART;
- послідовний інтерфейс SPI (ведучий / ведений);
- програмований сторожовий таймер з окремим вбудованим генератором;
- вбудований аналоговий компаратор;
- п'ять режимів зниженого споживання: Idle, Power-save, Power-down, Standby і зниження шумів ADC;
- 23 програмовані лінії введення / виведення;
- робоча напруга 4,5 - 5,5 В;
- робоча частота 0 - 16 МГц.

TMS470R1B1M – представник сімейства TMS470R1x 32-розрядних RISC-мікроконтролерів. Мікроконтролер виконаний на основі високопродуктивного 32-розрядного ядра ARM7TDMI, що характеризується високою продуктивністю виконання інструкцій і, при цьому, підтримує високу ефективність коду. Структурна схема мікроконтролера наведена на рисунку 3.5.

Має такі характеристики:

- містить 32-розрядне RISC ЦПП ARM7TDMI, системний модуль TMS470R1x (SYS) з розширеннями;
- флеш-пам'ять розміром 1 Мбайт, статичне ОЗП розміром 64 кбайт. Флеш-пам'ять мікроконтролера являє собою енергонезалежну і програмовану пам'ять з 32-розрядним шинним інтерфейсом. Флеш-пам'ять працює з системною тактовою частотою до 24 МГц. У режимі конвеєризації флеш-пам'ять працює з системною тактовою частотою до 60 МГц;

- пам'ять містить статичне ОЗП загального призначення, підтримуючий одноканальний доступ для читання і запису з режимами

- представлення даних: байт, півслова і слово;

- 12-канальний 10-розрядний АЦП;

- високоякісний таймер з управлінням 12 лініями введення-виведення;

- модуль захисту пам'яті (MSM) та модуль захисту інтерфейсу JTAG (JSM) запобігають несанкціонованому доступу та перегляд вбудованої пам'яті, тим самим запобігаючи розкраданню програмного забезпечення та маніпуляцій з авторськими правами на код програми;

- мікроконтролер містить 12 комунікаційних інтерфейсів: 2 SPI, 3 SCI, 2

- HECC і 5 I2C. SPI призначений для зв'язку з зовнішніми інтегральними схемами, що працюють за принципом регістру зсуву. SCI - повний послідовний інтерфейс введення-виведення, призначений для організації асинхронного зв'язку між ЦПП та іншими периферійними пристроями в NRZ-форматі. CAN являє собою контролер, який реалізує протокол послідовної передачі з підтримкою розподіленого управління в реальному часі на швидкостях зв'язку до 1 Мбіт / с;

- CAN ідеальна шина для додатків, де потрібна організація надійного зв'язку в промислових умовах з високим рівнем шуму і жорсткими характеристиками навколишнього середовища;

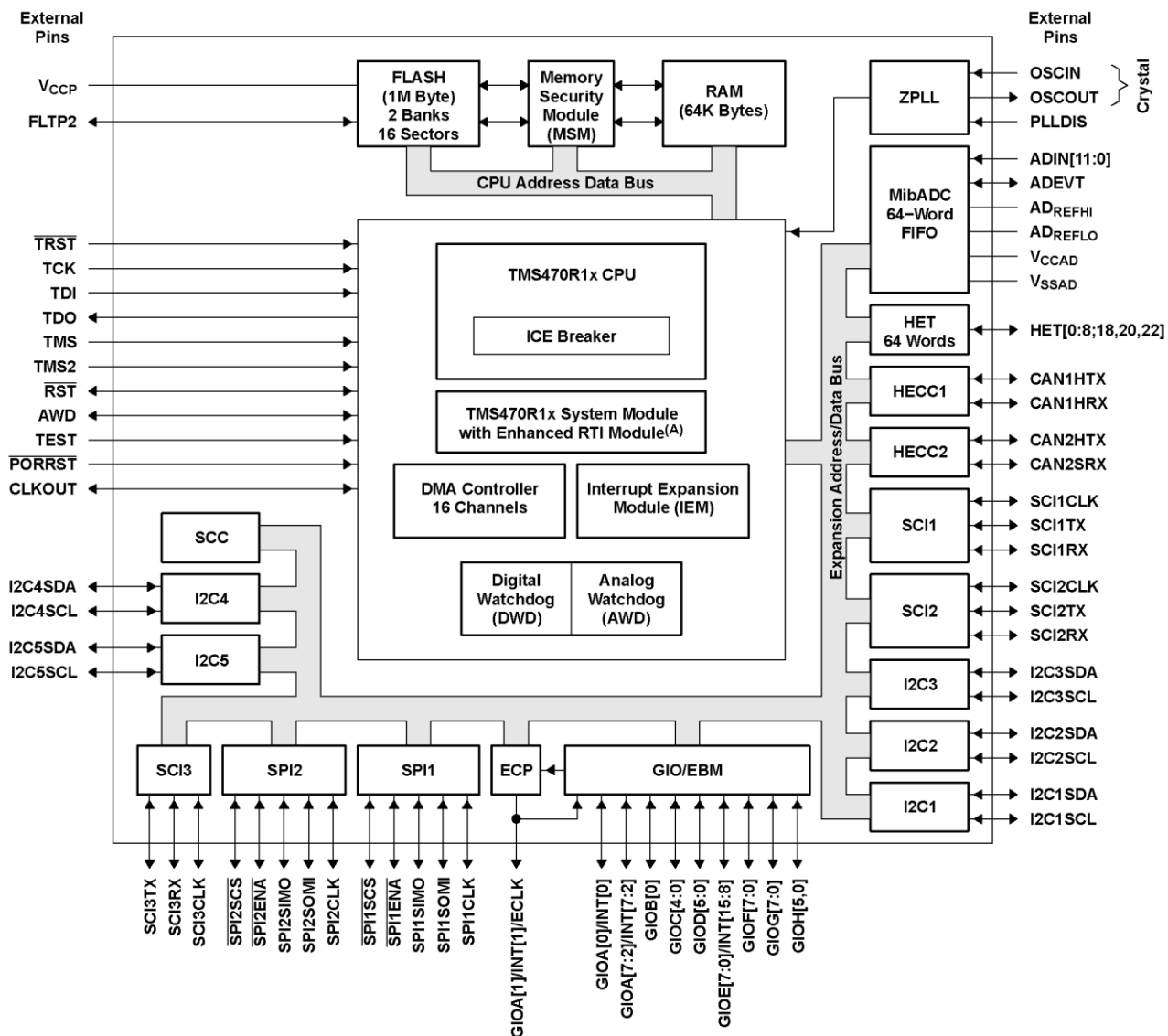


Рисунок 3.5 — Структурна схема мікроконтролера TMS470R1B1M

У таблиці 3.9 наведені порівняльні характеристики мікроконтролерів.

Таблиця 3.9 – Порівняльний аналіз мікроконтролерів

Модель	ATMega8	TMS470R1B1M
Розрядність	8	32
Тактова частота, МГц	16	60
Робоча напруга, В	4.5 .. 5.5	4.5 .. 5.5
Підтримка I2C	+	+
Обсяг ОЗУ, К	8	64
Ціна, \$	3.3	13.95

Для реалізації задачі дослідження найбільш підходить мікроконтролер ATmega8, через простоту використання, низьку вартість і невисокі вимоги до продуктивності.

3.6 Розробка структурної схеми пристрою

Спроекований пристрій являє собою систему для визначення температури і вологості. Вимірювання проводяться за допомогою цифрових датчиків. Для моніторингу станів датчиків, служать пристрої на базі мікроконтролера. Всі пристрої підключаються до загальної шини RS-485 [22]. Через цю шину свідчення з пристроїв будуть надходити на персональний комп'ютер.

На структурній схемі можна виділити наступні блоки:

- інформаційна шина для зняття показань з датчиків і шина живлення для всіх пристроїв в системі;
- схема підключення до персонального комп'ютера. Сполучення буде реалізовуватися по інтерфейсу USB. Для цього буде використовуватися перетворювач USB - RS-485, який підключається до загальної інформаційної шині;
- блок живлення. Через загальну шину буде подавати напруга живлення на всі пристрої для моніторингу стану датчиків. Також служить для живлення вузла сполучення з персональним комп'ютером;
- пристрій для опитування датчиків. Складається з датчиків температури і тиску, які підключені до мікроконтролера, блоку живлення і перетворювача USB/RS-485, для сполучення пристрою із загальною шиною.

На персональному комп'ютері працює спеціальне програмне забезпечення, яке керує опитуванням всіх пристроїв. У кожного пристрою є два стани - «прийом» і «передача».

Спрощено опитування відбувається за наступним сценарієм:

- ініціалізація циклу за всіма доступними в системі пристроям.
- персональний комп'ютер виставляє на шині адресу пристрою і переходить в режим «прийом».
- адресований мікроконтролер знімає свідчення з датчиків, формує пакет даних, переходить в стан «передача», передає пакет по шині і переходить в стан «прийом».
- програма на комп'ютері зчитує переданий пакет, зберігає в локальне сховище даних показання датчиків і переходить до наступного кроку.

3.7 Розробка принципової схеми

Система, що розробляється складається з двох частин: пристрою моніторингу та пристрої сполучення з комп'ютером. Нижче наведено опис принципової схеми для кожного з них.

Основні блоки які можна виділити на схемі пристрою моніторингу:

- роз'єми для підключення до шини живлення і інтерфейсу RS-485;
- блок живлення;
- перетворювач USB/RS-485;
- мікроконтролер;
- датчики вологості і температури;
- інтерфейс для підключення зовнішніх пристроїв I²C.

Для підключення пристрою моніторингу до системи будуть використовуватися два роз'єми: один для підключення шини живлення і RS-485 до пристрою і другий - для підключення інших пристроїв моніторингу.

Блок живлення складається з наступних компонент:

- запобіжника. В якості запобіжників обрані самовідновлювальні запобіжники серії MF-R;
- діода, для захисту від підключення негативної полярності;
- стабілізатора напруги. В якості стабілізатора використана мікросхема серії LM7805. Це лінійні інтегральні стабілізатори, на вхід яких подають 5-11 В постійного нестабілізованого струму, а на виході отримують 5 В стабілізованого. Перед 7805 і після нього потрібно поставити фільтруючі конденсатори. На схемі це конденсатори C1, C2, C5. Їх ємності наступні $C2 = C11 = 50 \text{ мкФ}$, $C5 = 15 \text{ пФ}$;

Для завдання робочої частоти мікроконтролера використовується кварцовий резонатор BQ1. Для усунення перешкод встановлені конденсатори C17 і C18 ємністю 22пФ.

R3 - резистор для узгодження напруги на вході RESET. Низький рівень напруги на цьому вході означає скидання. Після скидання МК завантажується (10 - 15 мс) і починає виконувати програму заново. Оскільки це високоомний вхід, то невелика наводка на ньому призведе до непередбаченого скидання. Саме для цього і потрібен R3.

Датчики розраховані на діапазон напруг 2.4 - 5.5 В.

Висновки SDA і SCL підключаються до відповідних висновків мікроконтролера.

3.8 Розробка програмного забезпечення

Програмне забезпечення системи моніторингу фізичних показників складається з двох частин:

- програмне забезпечення для пристроїв моніторингу. Забезпечує зняття показань з датчиків, обробку отриманої інформації і пересилання її на сервер;
- програмне забезпечення для сервера. Служить для опитування пристроїв моніторингу фізичних показників, прийому і збереження інформації.

3.8.1 Розробка протоколу обміну між пристроями моніторингу та сервером

Для взаємодії сервера з пристроями моніторингу необхідно розроблено протокол обміну, який забезпечить цілісність доставки даних.

Розроблювальний протокол повинен забезпечити такі функції:

- запит на отримання даних з необхідного пристрою моніторингу;
- відправка даних з пристрою моніторингу на сервер.

Отже, в протоколі буде два формати пакета:

- пакет-запит на отримання даних від пристрою моніторингу (Рисунок 3.5);
- пакет-відповідь, який посилає пристрій моніторингу сервера і містить показання датчиків (Рисунок 3.6).

Пакет-запит містить наступні поля:

- номер пристрою моніторингу. Унікальний ідентифікатор пристрою в системі, довжина - 8 біт;
- номер датчика. Унікальний ідентифікатор датчика в пристрої моніторингу, довжина - 8 біт;
- час синхронізації. Час на сервері, який фіксує останнє опитування даного датчика на заданому пристрої моніторингу, довжина - 16 біт;
- контрольна сума, довжина - 16 біт.

Пакет-відповідь містить наступні поля:

- номер пристрою моніторингу. Унікальний ідентифікатор пристрою в системі, довжина - 8 біт;
- номер датчика. Унікальний ідентифікатор датчика в пристрої моніторингу, довжина - 8 біт;

- довжина пакета. Довжина пакета разом із заголовком в байтах, довжина - 16 біт;
- контрольна сума, довжина - 16 біт;
- дані.



Рисунок 3.5 – Формат пакета запиту, надсилається сервером при опитуванні пристроїв моніторингу

При передачі пакета по послідовному інтерфейсу, дані будуть передаватися молодшим бітом вперед.

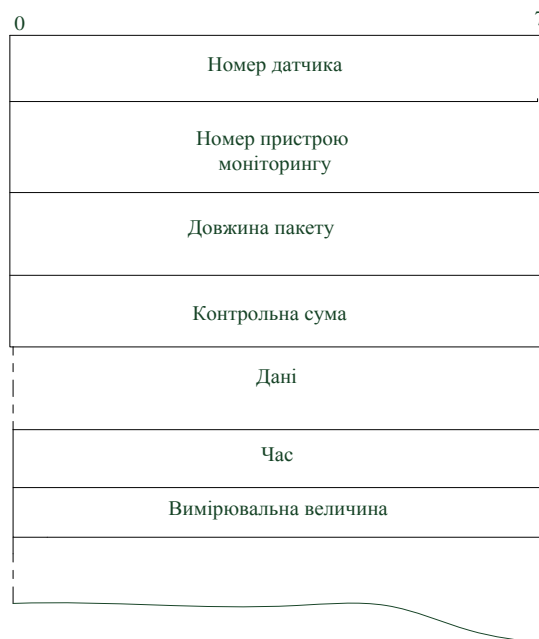


Рисунок 3.6 – Формат пакета відповіді, що надсилається пристроєм моніторингу у відповідь на запит сервера

При передачі пакета по послідовному інтерфейсу, дані будуть передаватися молодшим бітом вперед.

3.8.2 Розробка програмного забезпечення для пристроїв моніторингу

Програмне забезпечення для пристрою моніторингу має забезпечити опитування підключених датчиків і передачу даних на сервер. Блок-схема роботи наведена в додатку М. Опитування датчиків буде здійснюється з інтервалом - 1с. Дані повинні запам'ятовуватися в буфері до відправки на сервер. Надсилання даних на сервер буде ініціюватися самим сервером.

3.8.3 Розробка програмного забезпечення для сервера

Програмне забезпечення для сервера буде являти собою демон ОС Linux. Основна функція - опитування пристроїв моніторингу та збереження отриманих даних. Всі пристрої моніторингу містяться в конфігураційному файлі. Формат конфігураційного файлу наступний:

```
<devices>
  <device id="1" name="device1">
    <sensor id="2" name="pressure sensor" />
    <sensor id="3" name="temperature sensor">
  </device>
<device id="2" name="device2">
  <sensor id="2" name="pressure sensor" />
</device>
</devices>
```

Після зчитування доступних пристроїв, демон починає послідовна опитування всіх доступних пристроїв. Блок-схема роботи наведена на Рисунок 3.7. Для збереження отриманих даних буде використовуватися SQLite.

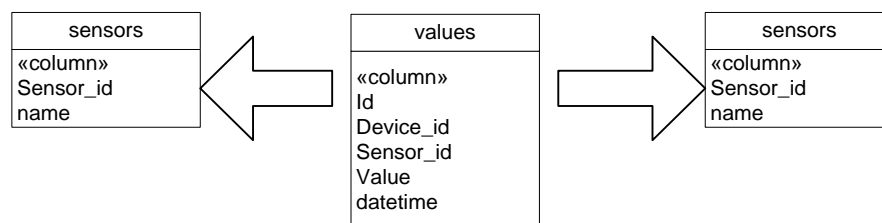


Рисунок 3.7 – Структура БД для збереження даних, отриманих з пристроїв моніторингу

3.9 Висновки до розділу 3

У третьому розділі магістерської роботи здійснено дослідження апаратної підсистеми і реалізація побудови розподілених обчислень.

З метою реалізації досліджень проведено:

- реалізація протоколів та підсистем, сервера додатків;
- визначення шляхів і методів розв'язання задачі, розроблення програмного забезпечення для сервера.

Здійснено:

- вибір мікроконтролера та інтерфейсів для спряження вузлів системи;
- розроблення структурної схеми пристрою, програмного забезпечення, протоколу обміну між пристроями моніторингу та сервером, програмного забезпечення для сервера

3.10 Перелік посилань до розділів 1-3

1. Кузьминов А. Ю. Интерфейс RS-232. Связь между компьютером и микроконтроллером. – М.: Радио и связь, 2004. – 168 с.: ил.
2. Шлосснейгл, Джордж Профессиональное программирование на PHP. – Вильямс, 2006 – 613 с.
3. Винкоп, Стефан. Использование SQL серверов. Специальное издание.: Пер. с англ. – К.; СПб.: Издательский дом “Вильямс”, 1999. – 816 с. : ил. – Парал. тит. англ., уч. пос.
4. Котеров Д. В., Костарев А. Ф. PHP 5. – СПб.: БХВ - Петербург, 2005. – 1120 с.
5. Автоматизована система технічного обліку електроенергії «АЕ». [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.marka.net.ua/projects/2/2/8/67/>
6. Кразіт Т. Стандарт IEEE 802.15.4 як альтернатива, Computerworld, - 2004 № 34.
7. Бараш Л. Многообразіє стандартів безпроводних технологій, Комп'ютерний огляд. – 2003 № 10 (379).
8. Стандарти і технології (безпроводні системи), Електронні компоненти. - 2003 №5, 112с.
9. Редькин П.П. Мікроконтролери ARM 7. Сімейство LPC2000. — Додека-xxi, 2007 р., 560 стор.
10. А. Е. Васильев. Мікроконтролери. Розробка вбудовуваних додатків. — БХВ-Петербург, 2008 р., 304 с.
11. А. У. Фрунзе. Мікроконтролери? Це ж просто! Том 1. — Додека XXI, 2007 р., 312 с.
12. А. У. Белов. Створюємо пристрої на мікроконтролерах. — Наука і техніка, 2007 р., 304 с.
13. А. У. Белов. Самовчитель по мікропроцесорній техніці. — Наука і техніка, 2007 р., 256 с.
14. П. П. Редькин. 32/16-битные микроконтроллеры ARM7 семейства At91sam7 фирмы Atmel. — Додека XXI, 2008 р., 704 с.
15. О. П. Новожилов. Основы микропроцесорної техніки. У 2 томах. Том 1. — РадиоСофт, 2007 р., 432 с.
16. Б. У. Костиць, В. Н. Ручкин. Мікропроцесорні системи і мікроконтролери. — Техбук, 2007 р., 320 с.
17. Stephen Furber. ARM System-on-Chip Architecture. — Addison Wesley, 2000 y., 432 p.

- 18.** Бродін В. Би., Шагурін І. І. Мікроконтролери. Архітектура, програмування, інтерфейс. — Якому, 1999, 400 с.
- 19.** У. Жваво, А. Гуржій, В. Жуйков Схемотехніка електронних систем. Мікропроцесори і мікроконтролери. — БХВ-Петербург, 2004 р., 464 с.
- 20.** Karim Yaghmour, Jon Masters, Gilad Ben-Yossef, Philippe Gerum. Building Embedded Linux Systems, Second Edition. — O'Reilly Media, 2008 y., 464 p.
- 21.** Слепцова Л.Д., Бидасюк Ю.М. JavaScript. Самоучитель. — М.: Диалектика, 2008. — 448 с.
- 22.** Дэнни Гудман, Майкл Моррисон. JavaScript. Библия пользователя. — 5-е изд. — М.: Диалектика, 2006. — 1184 с.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Загальні питання з охорони праці

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам нормативних актів про охорону праці. В [1] визначається, що охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Завданням даної магістерської роботи було дослідити методи побудови тестів в системах діагностики комп'ютерних систем.. Дана робота з точки зору питань з охорони праці проводилась в офісному приміщенні при нормальних кліматичних умовах з використанням сучасного персонального комп'ютера та офісної техніки (принтера та сканера).

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

4.1.1 Правові та організаційні основи охорони праці

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

Державна політика в галузі охорони праці визначається відповідно до Конституції України Верховною Радою України і спрямована на створення належних, безпечних і здорових умов праці, запобігання нещасним випадкам та професійним захворюванням. Відповідно до статті 3 [1] законодавство про охорону праці складається з [2, 3] та прийнятих відповідно до

них нормативно-правових актів, норм міжнародного договору (ратифіковані Конвенції і Рекомендації МОТ, директиви Європейської Ради).

Обов'язки працівників щодо додержання вимог нормативно-правових актів з охорони праці (ст. 14), відповідальність робітників всіх категорій за порушення вимог щодо охорони праці (ст. 44) та структура організації/виробництва системи управління охорони праці визначені безпосередньо «Інструкцією на робоче місце № 1», та іншими затвердженими власними нормативними актами з питань охорони праці (правилами, нормами, регламентами, положеннями, стандартами, інструкціями та іншими документами, обов'язковими до виконання), тобто тих, що діють на підприємстві/організації, і визначені в [4].

Наявні трудові відносини між працівниками і роботодавцями в Україні за темою роботи регулюються [2], відповідно до якого права працюючої людини на охорону праці охороняються всебічно та норми охорони праці неухильно інтегровані до правил внутрішнього розпорядку організації/підприємства.

4.2 Аналіз стану умов праці

4.2.1 Вимоги до приміщень

Робота над створенням такої системи проходитиме в приміщенні відповідної установи (компанії, підприємстві тощо). Для даної роботи достатньо однієї людини, для якої надано робоче місце зі стаціонарним комп'ютером. ГПКетричні розміри приміщення зазначені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Розміри приміщення

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

Згідно з [8] розмір площі для одного робочого місця оператора персонального комп'ютера має бути не менше 6 кв. м, а об'єм — не менше 20 куб. м. Отже, дане приміщення цілком відповідає зазначеним нормам. Для зручності спільної роботи з іншими працівниками (обговорення ідей, з'ясування проблем і т.д.) в кімнаті є дивани і журнальний стіл, обставлені живими квітами. Також робочий процес пов'язаний з багатьма документами, теками,

журналами для чого приміщення облаштоване принтером і шафою для зручності. Задля дотримання визначеного рівня мікроклімату в будівлі встановлено систему опалення та кондиціонування. Для забезпечення потрібного рівного освітленості кімната має вікно та систему загального рівномірного освітлення, що встановлена на стелі. Для дотримання вимог пожежної безпеки встановлено порошковий вогнегасник та систему автоматичної пожежної сигналізації.

4.2.2 Вимоги до організації місця праці

При порівнянні відповідності характеристик робочого місця нормативним основні вимоги до організації робочого місця [11] і відповідними фактичними значеннями для робочого місця, констатуємо повну відповідність в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Характеристики робочого місця

Найменування параметра	Фактичне значення	Нормативне значення
Висота робочої поверхні, мм	750	680 ÷ 800
Висота простору для ніг, мм	730	не менше 600
Ширина простору для ніг, мм	660	не менше 500
Глибина простору для ніг, мм	700	не менше 650
Висота поверхні сидіння, мм	470	400 ÷ 500
Ширина сидіння, мм	400	не менше 400
Глибина сидіння, мм	400	не менше 400
Висота поверхні спинки, мм	600	не менше 300
Ширина опорної поверхні спинки, мм	500	не менше 380
Радіус кривини спинки в горизонтальній площині, мм	400	400
Відстань від очей до екрану дисплея, мм	800	700 ÷ 800

Робочий стіл на досліджуваному місці також містить достатньо простору для ніг. Крісло, що використовується в якості робочого сидіння, є підйомно-поворотним, має підлокітники і можливість регулювання за висотою і кутом нахилу спинки, також воно м'яке і виконане з екологічної шкіри, що дає можливість працювати у комфорті. Екран монітору знаходиться на відстані 0.8 м, клавіатура має можливість регулювання кута нахилу 5-15°. Отже, за всіма параметрами робоче місце відповідає нормативним вимогам.

Приміщення кабінету знаходиться на другому поверсі трьох поверхової будівлі і має об'єм 75 м³, площу — 25 м². У цьому кабінеті обладнано три місця праці, з яких два укомплектовані ПК.

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

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

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

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

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

4.2.3 Навантаження та напруженість процесу праці

Як приклад наведено опис процесу праці оформлення роботи під час виконання магістерської роботи за фізичним навантаженням робота відноситься до категорії легкі роботи (Ia), її виконують сидячи з періодичним ходінням. Щодо характеру організації роботи, то розділи роботи необхідно виконати у встановлені конкретні терміни. За ступенем нервово-психічної напруги виконання роботи можна віднести до II – III ступеня і кваліфікувати як помірно напружений – напружений за умови успішного виконання поставлених завдань.

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

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

Тобто наявне психофізіологічні небезпечні та шкідливі фактори:

а) фізичного перевантаження:

- статичного;
- динамічного;

б) нервово-психічного перевантаження:

- розумового перенапруження;
- монотонності праці;
- перенапруження аналізаторів;
- емоційних перевантажень.

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

- для розробників програм тривалістю 15 хв. через кожен годину роботи.

4.3 Виробнича санітарія

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

4.3.1 Аналіз небезпечних та шкідливих факторів при роботі на ПК

Роботу, пов'язану з персональним комп'ютером (далі - ПК) з відео дисплейними терміналами (далі - ВДТ), у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ПК з ВДТ і периферійними пристроями (далі - ПП), виконують із забезпеченням виконання [8], які встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць, до роботи із застосуванням ПК з ВДТ і ПП. Переважно роботи за проектами виконують у кабінетах чи інших приміщеннях, де використовують різноманітне електрообладнання, зокрема персональні комп'ютери (ПК) та периферійні пристрої.

Робочі місця мають відповідати вимогам [9, 10].

Це передбачає, що визначена виробнича діяльність пов'язана з наявністю певної кількості небезпечних та/або шкідливих виробничих факторів. Тому у першій частині цього підрозділу за результатами аналізу повинні бути визначені такі фактори.

Робота ПК та периферійних пристроїв супроводжує виділення багатьох хімічних речовин, зокрема озону, оксидів нітрогену та аерозолів (високодисперсних частинок тонера). Для прикладу, за умов роботи з ПК виникають наступні небезпечні та шкідливі чинники:

несприятливі мікрокліматичні умови, освітлення, електромагнітні випромінювання, забруднення повітря шкідливими речовинами (джерелом яких може бути принтер, сканер та ін.), шум, вібрація, електричний струм, електростатичне поле, напруженість трудового процесу та інше.

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

Таблиця 4.3 - Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісна оцінка	Нормативні документи
<i>фізичні</i>			
- підвищена температура поверхонь обладнання	Експлуатація ПК	2	[12]
- підвищений рівень шуму на робочому місці	Система охолодження ПК	2	[14]
- підвищений рівень вібрації	Система охолодження ПК, привід	2	[14]
- недостатність природного світла	Порушення умов праці (вимог до приміщень)	2	[13]
- недостатнє освітлення робочої зони	Порушення гігієнічних параметрів виробничого середовища	3	[13]
- підвищена яскравість світла	Порушення умов праці (організації місця праці-налагодження моніторів)	1	[13]
<i>психофізіологічні:</i>			
- нервово-психічна перевантаження (розумове, перенапруження аналізаторів-зорових)	- пошук інформації для постановки теми; - пошук та аналіз аналогів і літератури; - пошук наявних технологій, моделювання та аналіз алгоритмів; - виконання роботи за темою диплома, тестування; - оформлення роботи	4	[9]
- фізичні (статичне – сидіння)	порушення умов праці (організації місця праці-сидіння користувача,) та організації робочого часу - безперервна робота)	2	[9]

4.3.2 Пожежна безпека

Небезпека розвитку пожежі на обчислювальному центрі обумовлюється застосуванням розгалужених систем електроживлення ПК, вентиляції і кондиціонування.

Пожежна безпека при застосуванні ПК забезпечується:

- системою запобігання пожежі,
- системою протипожежного захисту,
- організаційно-технічними заходами.

Згідно [11] таке приміщення, площею 25 м², відноситься до категорії "В" (пожежонебезпечної) та для протипожежного захисту в ньому проектом передбачено устаткування автоматичною пожежною сигналізацією із застосуванням датчиків-сповіщувачів РІД-1 (сповіщувач димовий ізоляційний) в кількості 1 шт., і застосуванням первинних засобів пожежогасіння. Відповідно до норм первинних засобів пожежогасіння пропонується використовувати:

- ручний вуглекислий вогнегасник ОУ-5 в кількості 1 шт.
- повсть 1×1 м², кошму 2×1,5 м² або азбестове полотно 2×2 м² в кількості 1 шт.

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

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

Простори усередині приміщень в межах, яких можуть утворюватися або знаходитися пожежонебезпечні речовини і матеріали відповідно [11] відносяться до пожежонебезпечної зони класу П-Па. Це обумовлено тим, що в приміщенні знаходяться тверді горючі та важкозаймісті речовини та матеріали. Приміщенню, у якому розташоване робоче місце, присвоюється II ступень вогнестійкості.

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

4.3.3 Електробезпека

На робочому місці виконуються наступні вимоги електробезпеки: ПК, периферійні пристрої та устаткування для обслуговування, електропроводи і кабелі за виконанням та ступенем захисту відповідають класу зони за ПУЕ (правила улаштування електроустановок), мають апаратуру захисту від струму короткого замикання та інших аварійних режимів. Лінія електромережі для живлення ПК, периферійних пристроїв і устаткування для обслуговування, виконана як окрема групова три-провідна мережа, шляхом прокладання фазового, нульового робочого та нульового захисного провідників. Нульовий захисний провідник використовується для заземлення (занулення) електроприймачів. Штепсельні з'єднання та електророзетки крім контактів фазового та нульового робочого провідників мають спеціальні контакти для підключення нульового захисного провідника. Електромережа штепсельних розеток для живлення персональних ПК, укладено по підлозі поруч зі стінами відповідно до затвердженого плану розміщення обладнання та технічних характеристик обладнання. Металеві труби та гнучкі металеві рукави заземлені. Захисне заземлення включає в себе заземлюючих пристроїв і провідник, який з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється - заземлюючий провідник.

4.4 Гігієнічні вимоги до параметрів виробничого середовища

4.4.1 Мікроклімат

Мікроклімат робочих приміщень – це клімат внутрішнього середовища цих приміщень, що визначається діючої на організм людини з'єднанням температури, вологості, швидкості переміщення повітря. В даному приміщенні проводяться роботи, що виконуються сидячи і не потребують динамічного фізичного напруження, то для нього відповідає категорія робіт Іа. Отже оптимальні значення для температури, відносної вологості й рухливості повітря для зазначеного робочого місця відповідають [12] і наведені в таблиці 4.4:

Таблиця 4.4 – Норми мікроклімату робочої зони об'єкту

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

Дане приміщення обладнане системами опалення, кондиціонування повітря або припливно-витяжною вентиляцією. У приміщенні на робочому місці забезпечуються оптимальні значення параметрів мікроклімату: температури, відносної вологості й рухливості повітря у відповідності [12]. Рівні позитивних і негативних іонів у повітрі мають відповідати [12]. Для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату в приміщенні проводяться перерви в роботі користувача, з метою його провітрювання. Існують спеціальні системи кондиціонування, які забезпечують підтримання в приміщенні балансу оптимальних параметрів мікроклімату. Контроль параметрів мікроклімату в холодний і теплий період року здійснюється не менше 3-х разів на зміну (на початку, середині, в кінці).

4.4.2 Освітлення

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

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

Робота на ППК може здійснюватися за таких видах освітлення:

- загальному штучному освітленні;
- суміщене освітлення (природне + штучне).

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

Штучне освітлення в робочому приміщенні передбачається здійснювати з використанням люмінесцентних джерел світла в світильниках загального освітлення, оскільки люмінесцентні лампи мають високу потужність (80 Вт), тривалий термін служби (до 10000 годин), спектральний складом випромінюваного світла, близький до сонячного. При експлуатації ПК виконується зорова робота IV в розряді точності (середня точність). При цьому нормована освітленість на робочому місці (E_n) рівна 200 лк. Джерелом природного освітлення є сонячне світло.

У приміщенні, де розташовані ПК передбачається природне бічне освітлення, рівень якого відповідає [13]. Джерелом природного освітлення є сонячне світло. Регулярно повинен проводитися контроль освітленості, який підтверджує, що рівень освітленості задовольняє [13] і для даного приміщення в світлий час доби достатньо природного освітлення.

Розрахунок освітлення.

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

$$\sqrt{a^2 + b^2} \cdot S_b = (1/8 \div 1/10) \cdot S_n \quad (4.1)$$

де S_b – площа віконних прорізів, м²;

S_n – площа підлоги, м².

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

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

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

Світильники загального освітлення розташовуються над робочими поверхнями в рівномірно-прямокутному порядку. Для організації освітлення в темний час доби передбачається обладнати приміщення, довжина якого складає 5 м, ширина 5 м, світильниками ЛПО2П, оснащеними лампами типа ЛБ (дві по 80 Вт) з світловим потоком 5400 лм кожна.

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

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

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

S – освітлювана площа, м²; $S = 25 \text{ м}^2$;

Z – поправочний коефіцієнт світильника (для стандартних світильників $Z = 1.1 - 1.3$)
приймаємо рівним 1,1;

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

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

M – число люмінесцентних ламп в світильнику – 2;

F – світловий потік лампи – 5400 лм.

Підставивши числові значення у формулу (4.2), отримуємо:

$$n = \frac{300 \cdot 25 \cdot 1,1 \cdot 1,5}{5400 \cdot 0,575 \cdot 2} \approx 4,99$$

Приймаємо освітлювальну установку, яка складається з 3-х світильників, які складаються з двох люмінесцентних ламп загальною потужністю 160 Вт, напругою – 220 В.

Потужність електроосвітлювальної установки з урахуванням місцевого освітлення визначається за формулою:

$$N = \frac{n \cdot W + (0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W}{1000}, \text{ кВт} \quad (4.3)$$

де n – розрахункова кількість ламп для освітлення даного приміщення;

W – потужність однієї лампи, Вт;

$(0,1 \div 0,2)$ – додаткова потужність для ламп місцевого освітлення, Вт.

$$N = \frac{3 \cdot 160 + 0,2 \cdot 3 \cdot 160}{1000} = 0,576 \text{ кВт}$$

4.4.3 Шум та вібрація, електромагнітне випромінювання

Рівень шуму, що супроводжує роботу користувачів персональних комп'ютерів, а також зовнішніми чинниками, коливається у межах 50–65 дБА [14]. Шум такої інтенсивності на тлі високого ступеня напруженості праці негативно впливає на функціональний стан користувачів. Тому на практиці рекомендують знижувати фактичний рівень шуму у приміщеннях, де створюють комп'ютерні програми, виконують теоретичні та творчі роботи, проводять навчання до 40 дБА, а в приміщеннях, де виконують роботу, що потребує зосередженості, — до 55 дБА. У залах опрацювання інформації та комп'ютерного набору рівні шуму не повинні перевищувати 65 дБА.

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

Віброізоляція можливо здійснювати за допомогою спеціальної прокладки під системний блок, який послаблює передачу вібрацій робочого столу. Вібрація на робочому місці в приміщенні, що розглядається, відповідає нормам [14]. Допустимий рівень вібрацій на робочому місці: - для 1 ступеня шкідливості до 3 дБ; - для 2-3 - 1-6 дБ; - для 3 - більше 6 дБ.

Для захисту від електромагнітного випромінювання передбачаються наступні заходи:

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

4.4.4 Вентилювання

У приміщенні, де знаходяться ПК, повітрообмін реалізується за допомогою природної організованої вентиляції (вентиляційні шахти). Цей метод має забезпечити приток потрібної кількості свіжого повітря, що визначається [22] (30 м^3 на годину на одного працюючого).

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

4.5 Заходи з організації виробничого середовища та попередження виникнення надзвичайних ситуацій

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

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

- правильне організування місця праці та дотримання оптимальних режимів праці та відпочинку під час роботи з ПК;
- експлуатацію сертифікованого обладнання;
- дотримання заходів електробезпеки;
- забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату;
- забезпечення раціонального освітлення місця праці (освітленість робочого місця не перевищувала 2/3 нормальної освітленості приміщення).

Зниження рівня шуму та вібрації:

- у джерелі виникнення, шляхом застосування раціональних конструкцій, нових матеріалів і технологічних процесів;
- звукоізолювання устаткування за допомогою глушників, резонаторів, кожухів, захисних конструкцій, оздоблення стін, стелі, підлоги тощо;
- використання засобів індивідуального захисту).

Заходи безпеки під час експлуатації інших електричних приладів передбачають дотримання таких правил:

- постійно стежити за справним станом електромережі, розподільних щитків, вимикачів, штепсельних розеток, лампових патронів, а також мережевих кабелів живлення, за допомогою яких електроприлади під'єднують до електромережі;
- постійно стежити за справністю ізоляції електромережі та мережевих кабелів, не допускаючи їхньої експлуатації з пошкодженою ізоляцією;
- не тягнути за мережевий кабель, щоб витягти вилку з розетки;
- не закривати меблями, різноманітним інвентарем вимикачі, штепсельні розетки;
- не підключати одночасно декілька потужних електропристроїв до однієї розетки, що може викликати надмірне нагрівання провідників, руйнування їхньої ізоляції, розплавлення і загоряння полімерних матеріалів;
- не залишати включені електроприлади без нагляду;

–не допускати потрапляння всередину електроприладів крізь вентиляційні отвори рідин або металевих предметів, а також не закривати їх та підтримувати в належній чистоті, щоб уникнути перегрівання та займання приладу;

–не ставити на електроприлади матеріали, які можуть під дією теплоти, що виділяється, загорітися (канцелярські товари, сувенірну продукцію тощо).

4.6 Охорона навколишнього природного середовища

4.6.1 Загальні дані з охорони навколишнього природного середовища

Діяльність за темою магістерської роботи в процесі її виконання впливає на навколишнє природне середовище і регламентується нормами діючого законодавства [15-22].

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

Немає впливу на атмосферне повітря при нормальних умовах праці, бо в приміщенні не використовуються сканери, принтери та інші джерела викиду забруднюючих речовин в повітря робочої зони.

В процесі діяльності користувача виникають процеси поводження з відходами ІТ галузі. Види відходів, утворення, яких можливо:

- відпрацьовані люмінесцентні лампи - I клас небезпеки;
- батареї та акумулятори (малі) -III клас небезпеки;
- змінні носії інформації - IV клас небезпеки;
- відпрацьований ізолюючий матеріал, дроти та кабелі - IV клас небезпеки;
- макулатура - IV клас небезпеки;
- побутові відходи - IV клас небезпеки.

4.7 Висновки до розділу 4

У четвертому розділі магістерської роботи проведений аналіз умов праці, шкідливих та небезпечних чинників, розроблені заходи щодо охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях. Визначено параметри і певні характеристики приміщення для роботи над

запропонованим проектом написаному в дипломній роботі, описано, які заходи потрібно зробити для того, щоб дане приміщення відповідало необхідним нормам і було комфортним і безпечним для робітника. Приведені рекомендації щодо організації робочого місця, а також важливу інформацію щодо пожежної та електробезпеки. Наведена схема, розміри приміщення та визначені значення температури, вологості й рухливості повітря, необхідна кількість і потужність ламп та інші параметри, значення яких впливає на умови праці робітника, а також – наведені інструкції з охорони праці, техніки безпеки при роботі на комп'ютері, визначені основні екологічні аспекти впливу на навколишнє природне середовище та зазначені заходи щодо поводження з ними.

4.8 Перелік посилань до розділу 4

1. [Закон України "Про охорону праці". Вводиться в дію Постановою ВР № 2695-XII від 14.10.92, ВВР, 1992, № 49, ст.669. - Режим доступу: \[www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12\]\(http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12\)](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12)
2. [Кодекс законів про працю України. Затверджується Законом № 322-VIII від 10.12.71 ВВР, 1971. Режим доступу: \[www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08\]\(http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08\)](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/322-08)
3. [Закон України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності". Наказ від 21 грудня 2000 року N 2180-III. Режим доступу: \[www. URL: https://dnaop.com/html/2065/doc-zakon-ukrajini-pro-zagalnoobovjzko-derzhavne-socialne-strahuvannya-vid-neshhasnogo-vipadku-na-virobnictvi-ta-profesijnogo-z\]\(http://dnaop.com/html/2065/doc-zakon-ukrajini-pro-zagalnoobovjzko-derzhavne-socialne-strahuvannya-vid-neshhasnogo-vipadku-na-virobnictvi-ta-profesijnogo-z\)](http://dnaop.com/html/2065/doc-zakon-ukrajini-pro-zagalnoobovjzko-derzhavne-socialne-strahuvannya-vid-neshhasnogo-vipadku-na-virobnictvi-ta-profesijnogo-z)
4. НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві». Затверджено Наказом Державного комітету України по нагляду за охороною праці від 21 грудня 1993 року № 132 / Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 7 лютого 1994 р. за № 20/229.
5. [Про затвердження Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці \(НПАОП 0.00-4.12-05\). Наказ від 26.01.2005 №15. Режим доступу: \[www. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05\]\(http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05\)](http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0231-05) НАПБ Б.02.005-2003 «Типове положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України».

6. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці». Затверджено наказом Міністерства праці та соціальної політики України, Комітетом по нагляду за охороною праці від 29 січня 1998 року N 9.
7. [Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99. Постанова N 42 від 01.12.99. Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99>](#)
8. [Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин ДСанПН 3.3.2.007-98. Затверджено Постановою Головного державного санітарного лікаря України 10 грудня 1998 р. N 7. Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0007282-98>.](#)
9. НПАОП 0.00-7.15-18 Вимоги щодо безпеки та захисту здоров'я працівників під час роботи з екранними пристроями Міністерство доходів і зборів України Наказ від 05.09.2013 р. № 443 "Про затвердження Примірної інструкції з охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин". Режим доступу: [www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0443810-13>](https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0443810-13)
10. [ДСТУ Б В.1.1-36:2016 «Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою». Наказ від 15.06.2016 №158. Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0158858-16>](#)
11. ГОСТ 12.1.044-89 ССБТ. «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения».
12. ДСН 3.3.6.042-99. «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень». Затверджено: постановою Головного Державного санітарного лікаря України від 01.12.1999 № 42
13. [ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення». Режим доступу: www. URL: <http://www.minregion.gov.ua/wp-content/uploads/2018/12/V2528-1.pdf>](#)
14. ГОСТ 12.1.036-81 ССБТ. Шум. Допустимі рівні в житлових і суспільних будівлях Згідно наказу ДП «УкрНДНЦ» від 24 квітня 2019 року N 111 "Про відновлення дії міждержавних стандартів" дію міждержавних стандартів відновлено на період від 26 квітня 2019 року до 01 січня 2022 року.
15. [Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення». Вводиться в дію Постановою ВР № 4005-ХІІ від 24.02.94, ВВР, 1994, № 27, ст.219. Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/4004-12>](#)
16. [Закон України «Про охорону атмосферного повітря». Вводиться в дію Постановою ВР від 16.10.1992 № 2708-ХІІ, \(ВВР\), 1992, № 50, ст.679. Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2708-12>](#)

17. КОДЕКС ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ». [Вводиться в дію Постановою ВР № 5403-VI від 02.10.2012, ВВР, 2013, № 34-35, ст.458. Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/5403-17>](#)
18. ДСТУ 3910-99 «Охорона природи. Поводження з відходами. Класифікація відходів. Порядок найменування відходів за генетичним принципом і віднесення їх до класифікаційних категорій»
19. [Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» . Вводиться в дію Постановою ВР № 1268-XII від 26.06.91, ВВР, 1991, № 41, ст.546. Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12>](#).
20. [Закон України «Про відходи». Відомості Верховної Ради України \(ВВР\), 1998, № 36-37, ст.242. Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр>](#)
21. Закон України «Про металобрухт». Затверджується Законом України від 05.05.1999 № 619-XIV, ВВР, 1999, № 25, ст.212
22. ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування». Мінрегіон України; Наказ від 25.01.2013 № 24. [Режим доступу: www. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0024858-13>](#)

ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської роботи спроектована та досліджена інформаційно-комп'ютерна система побудови та виконання розподілених обчислень.

Розроблена система може застосовуватись у будь-якій галузі, де необхідно виконання розподілених обчислень.

При розробці системи побудови та виконання розподілених обчислень враховувалися основні тенденції розвитку схожих систем, їх переваги і недоліки. У процесі проектування розглянуті основні підходи до побудови інфраструктури для розподілених обчислень. Розроблена система усуває такі основні недоліки існуючих систем, як складність побудови схеми розподілених обчислень та конфігурування компонент, що беруть участь в обчисленнях.

Розробка проводилася на основі сучасних підходів до проектування і реалізації складних систем. В ході виконання роботи отримані наступні результати:

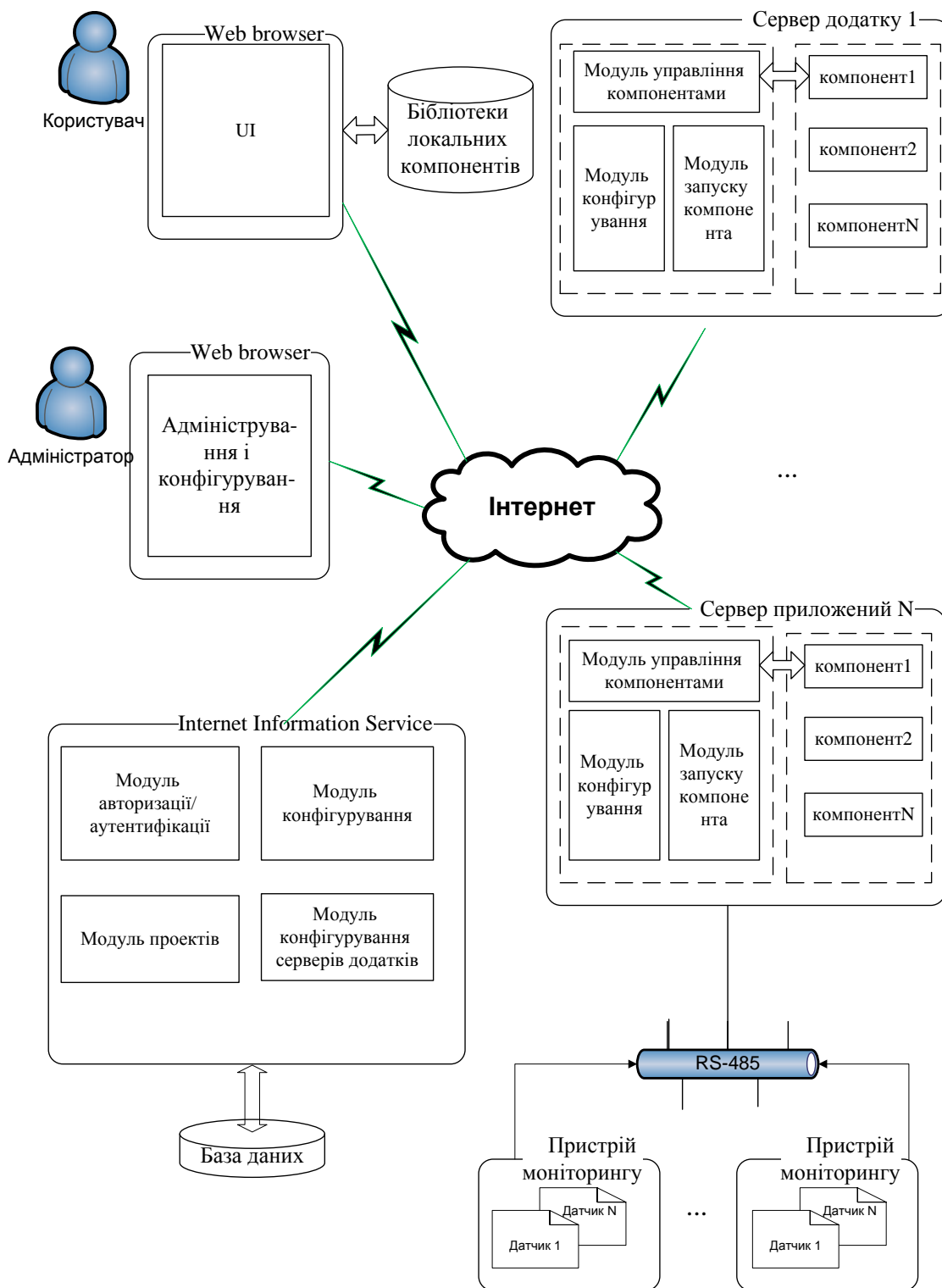
- підсистема побудови та виконання розподілених обчислень;
- підсистема конфігурування і настроювання обчислювальних компонент;
- сервер додатків для запуску віддалених обчислювальних компонент;
- система моніторингу фізичних величин, яка може використовуватися обчислювальними компонентами.

Удосконалення системи можливо в напрямку розробки поліпшеного механізму зберігання даних, одержуваних при обчисленнях, а також розробкою засобів забезпечення надійності обчислювальних вузлів.

Результати магістерської роботи можуть бути використані в навчальному процесі кафедри комп'ютерних наук та інженерії при проведенні лекційних, лабораторних та практичних занять з дисципліни «Комп'ютерні системи», «Паралельні та розподілені обчислення», «Цифрова схемотехніка».

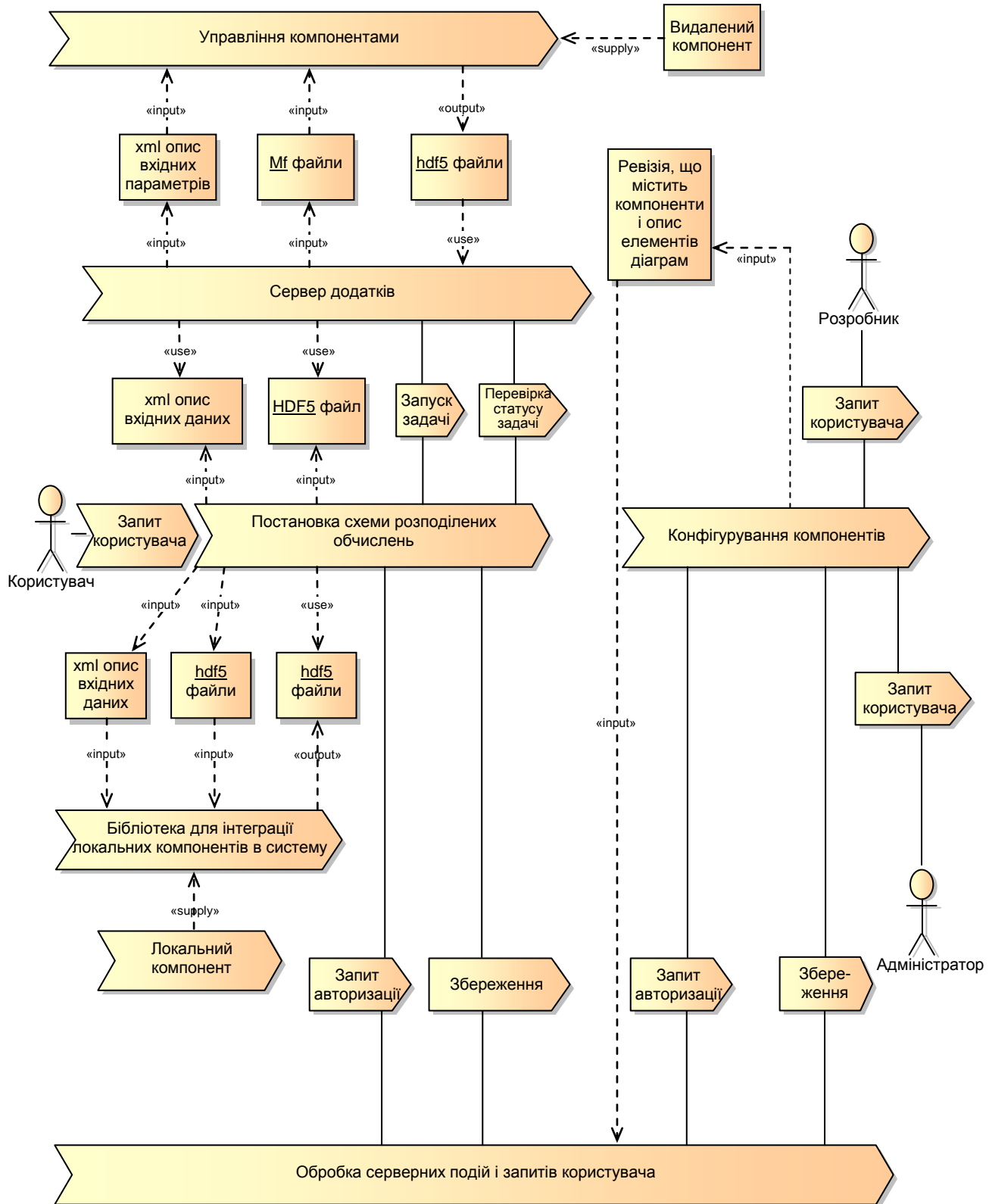
Додаток А

Загальна архітектура системи



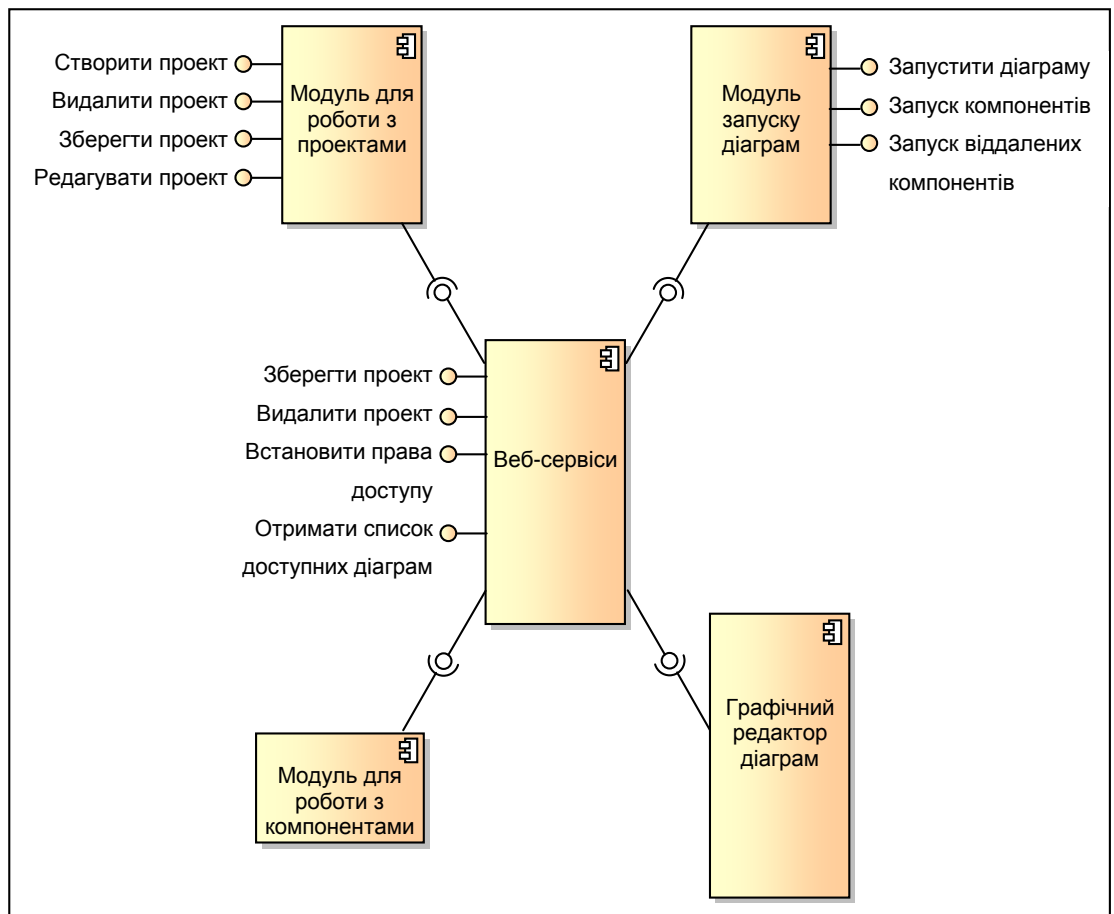
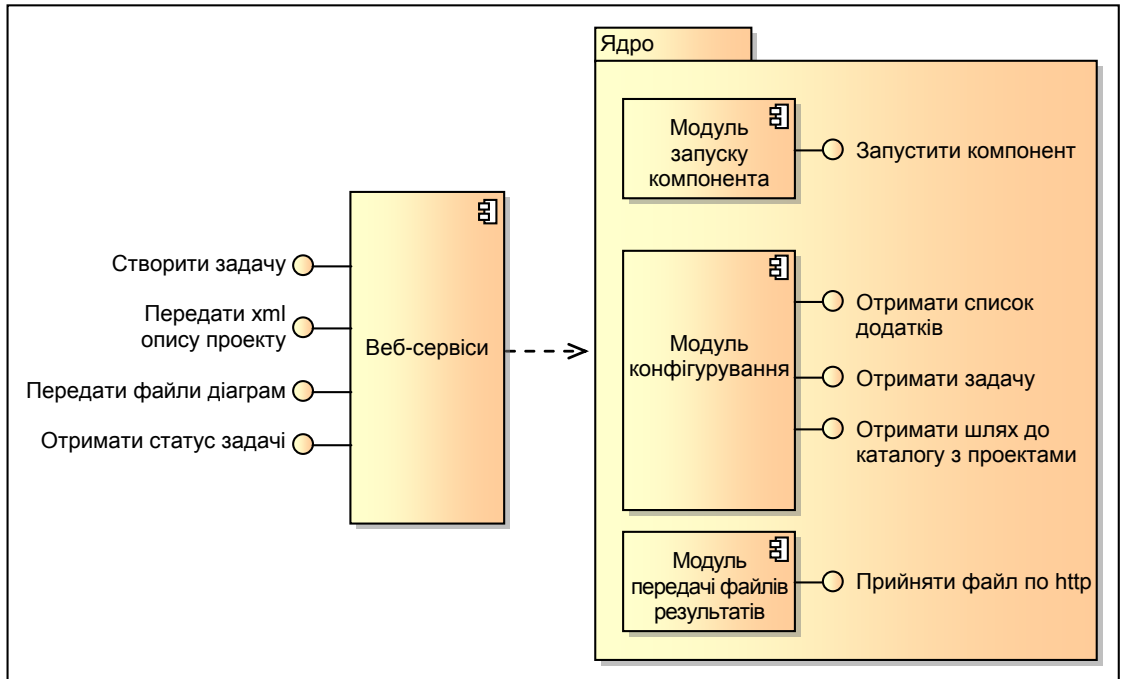
Додаток Б

Схема потоків даних в системі



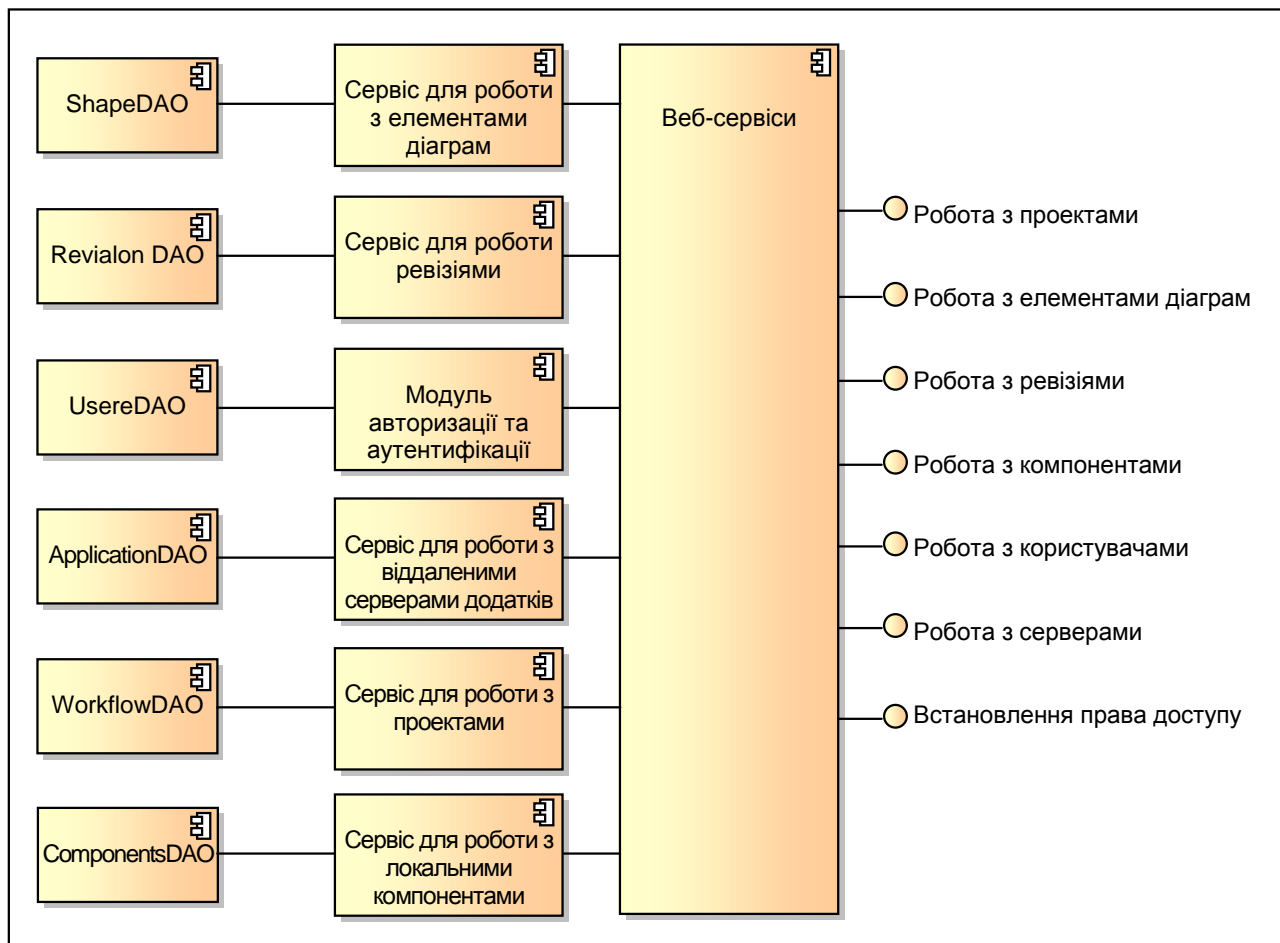
Додаток В

Структура віддаленого сервера додатків та додатка для моделювання



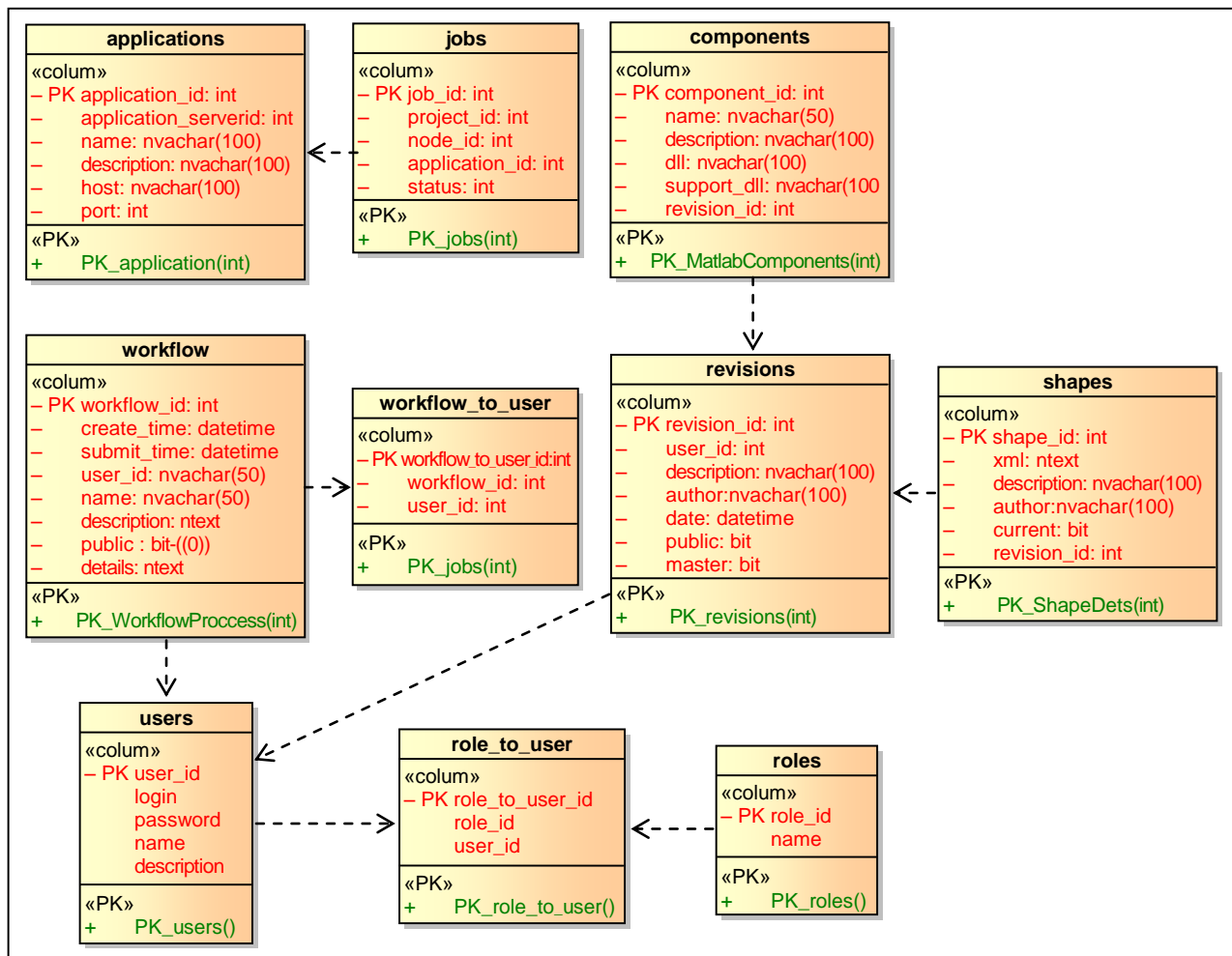
Додаток Г

Структура сервера



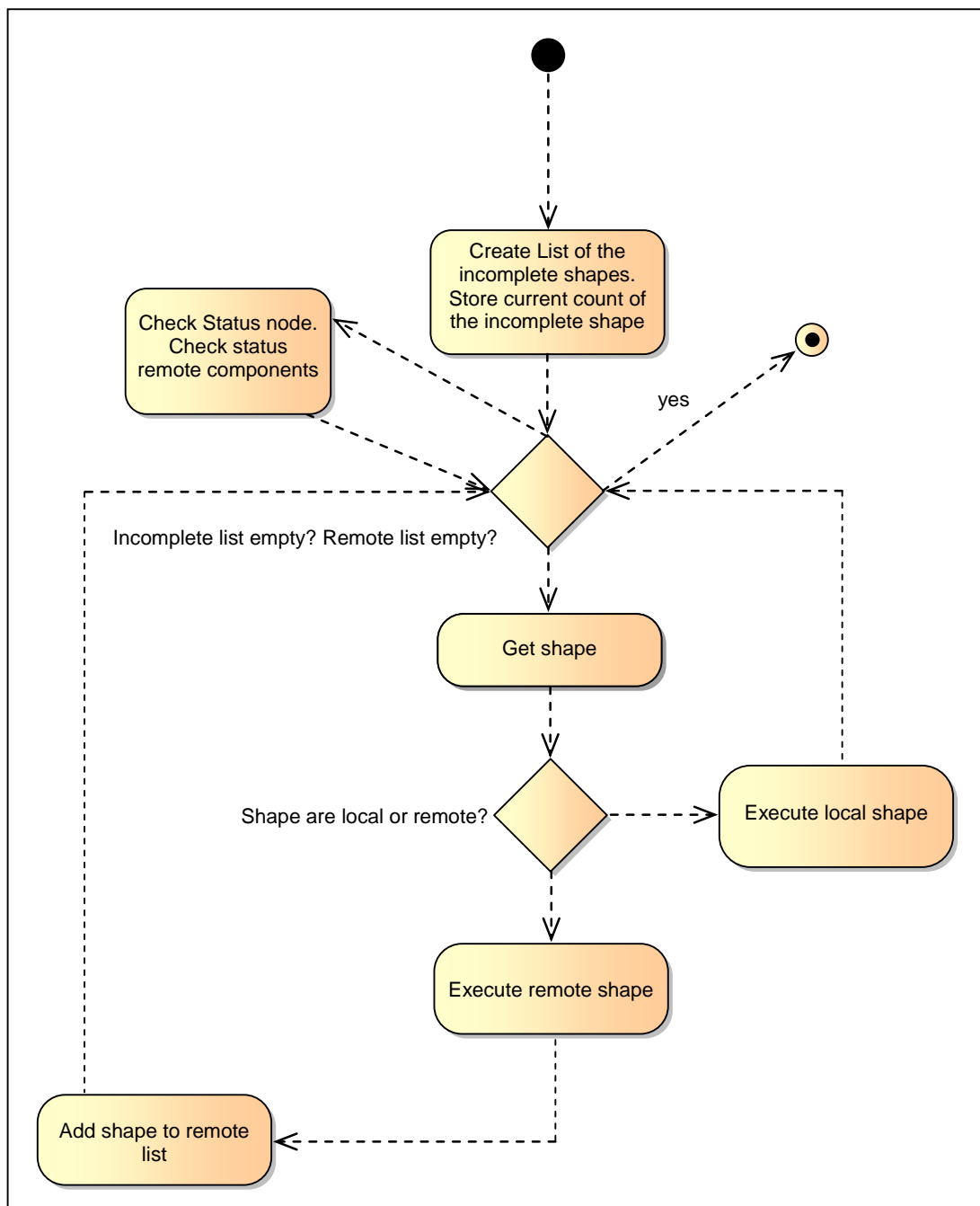
Додаток Д

Структура бази даних



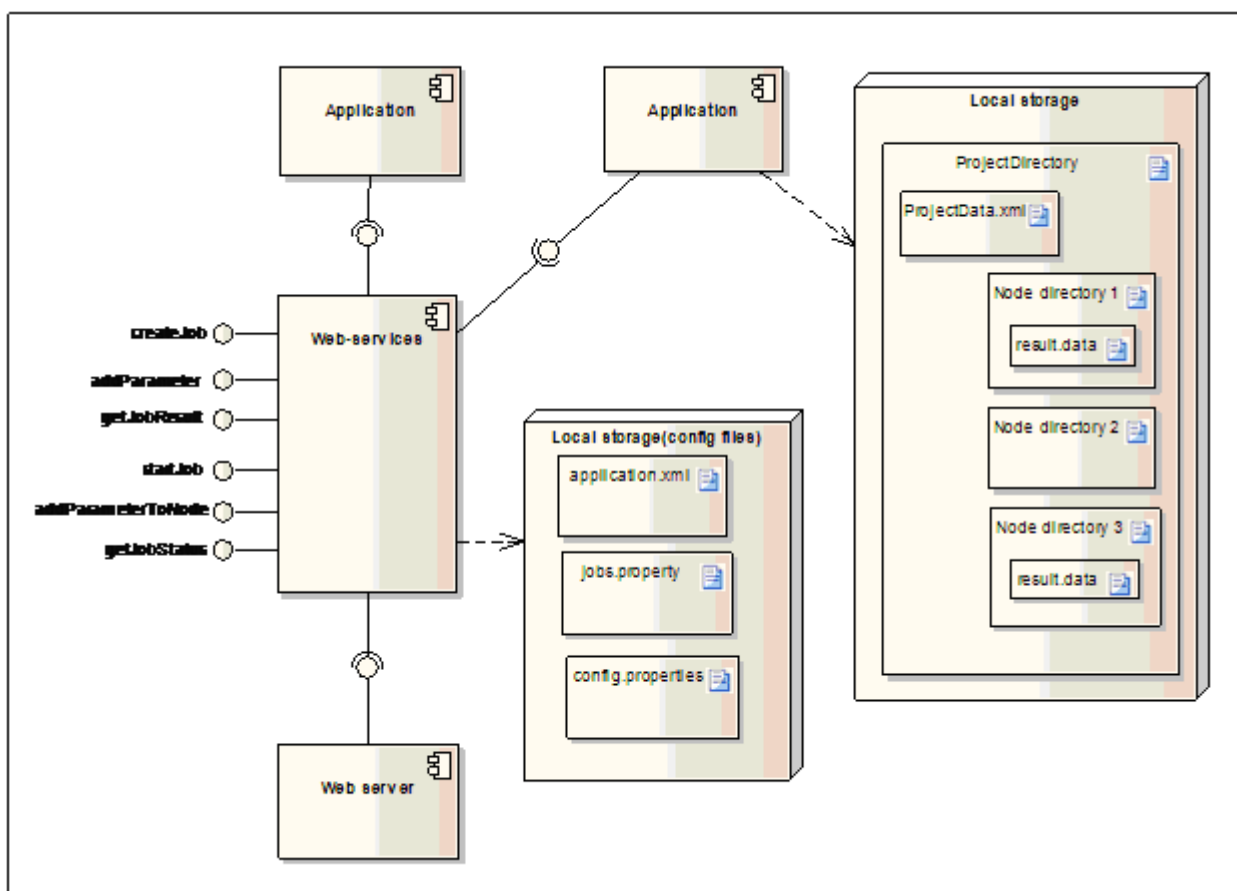
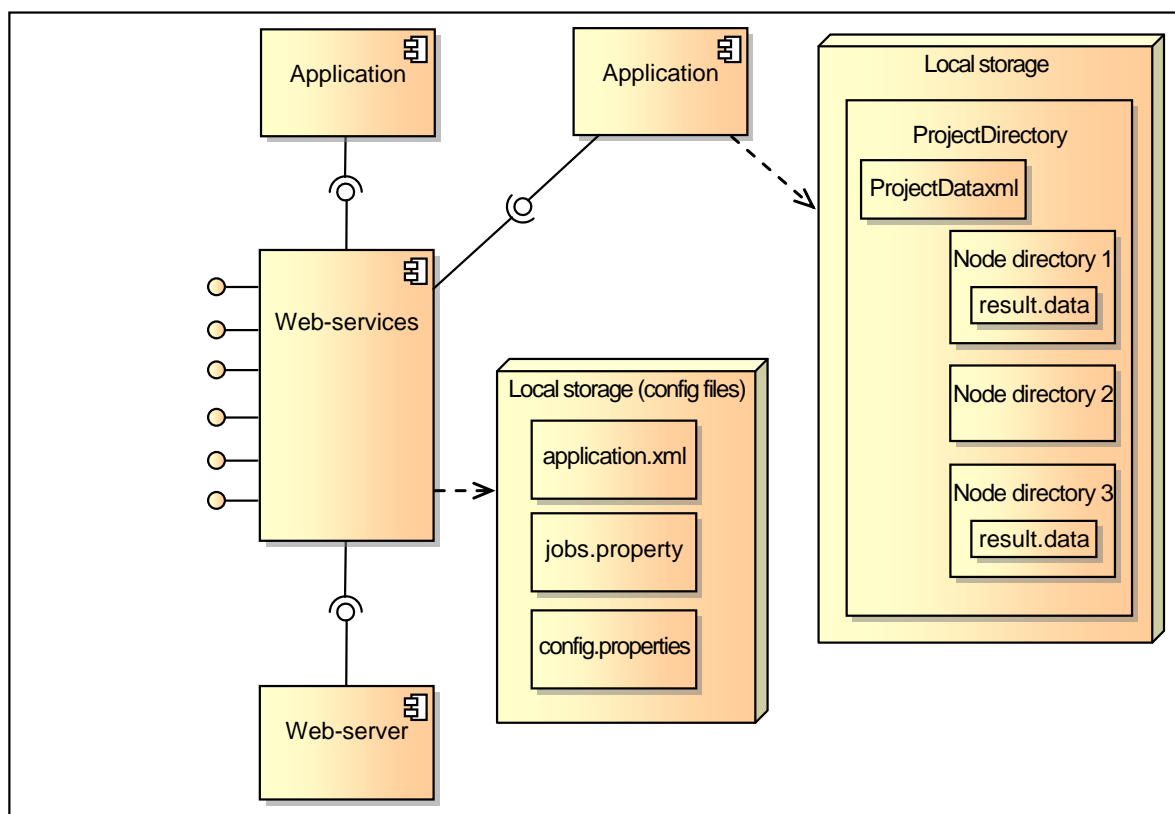
Додаток Е

Схема алгоритму запуску розподілених обчислень



Додаток Ж

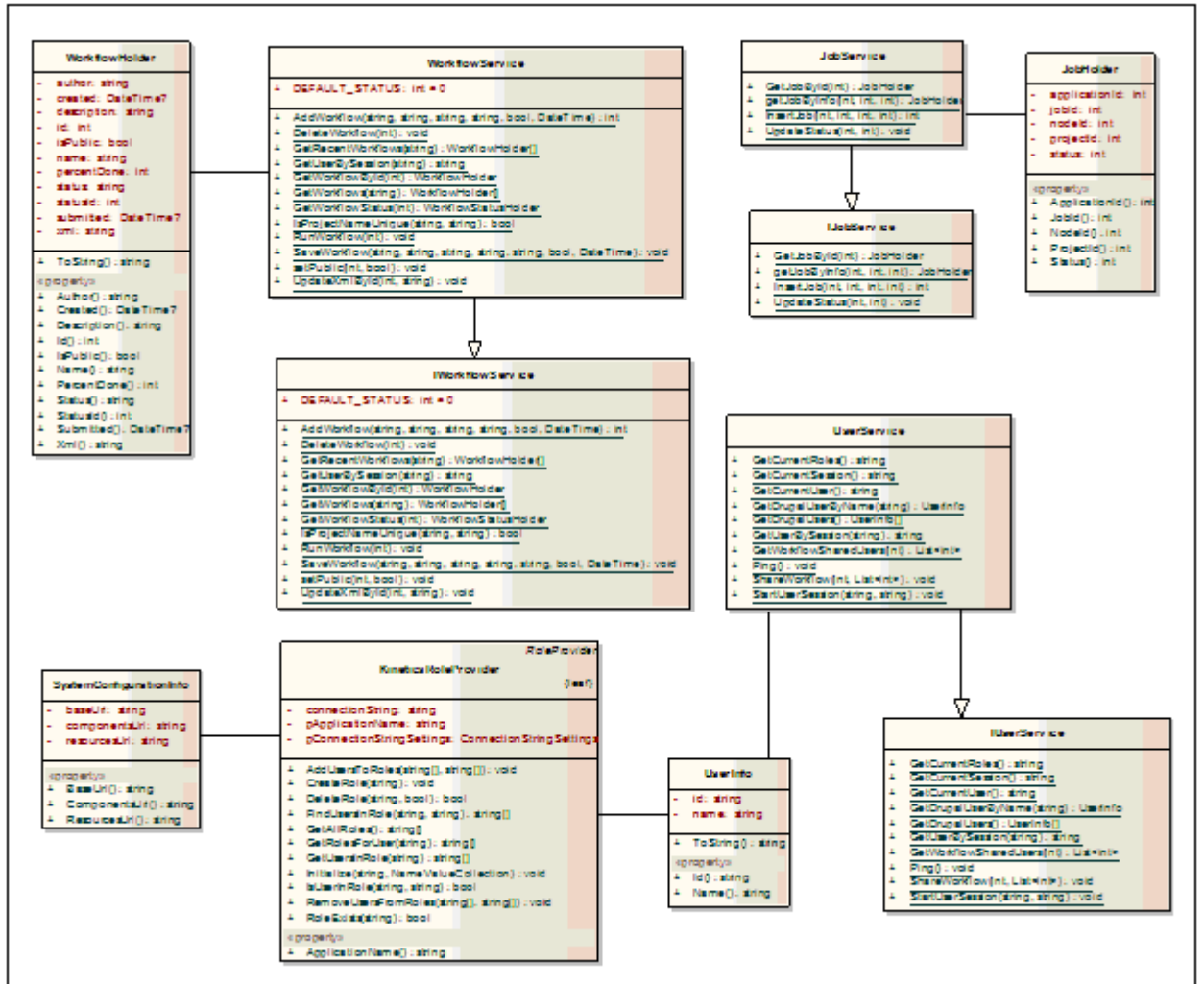
Структура каталогів на сервері додатків



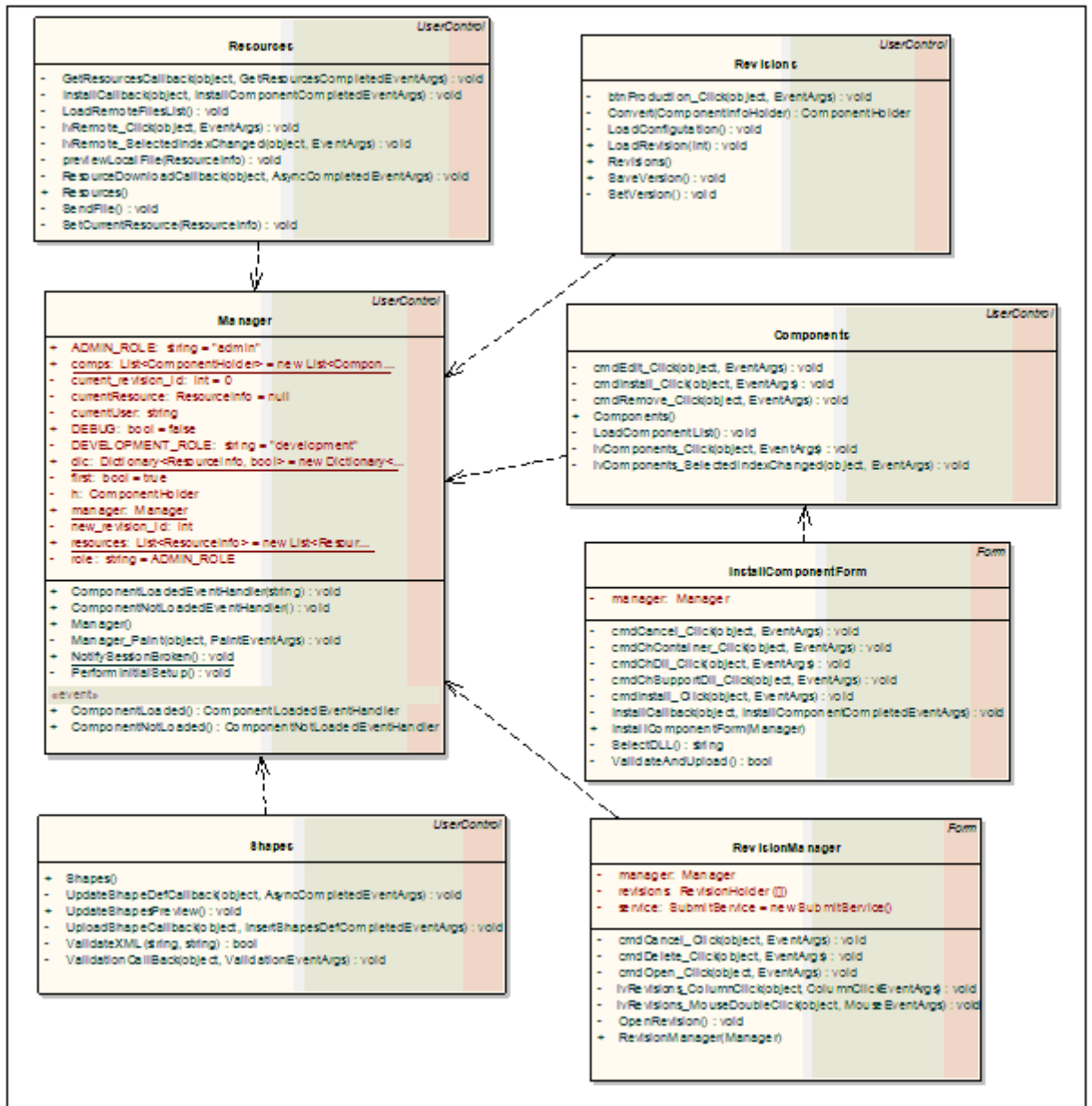
Додаток К

Діаграми класів

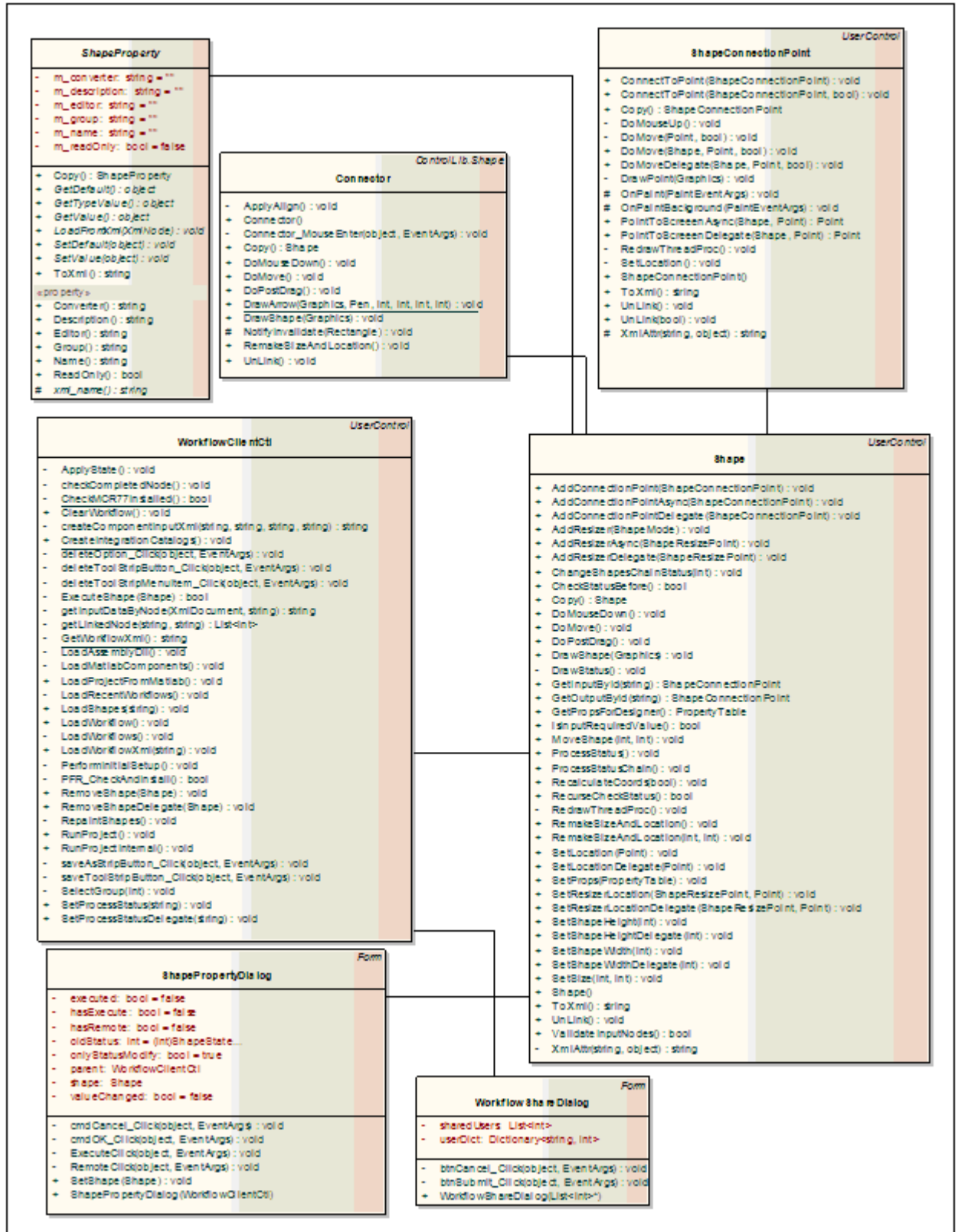
К.1 Діаграма класів серверної підсистеми



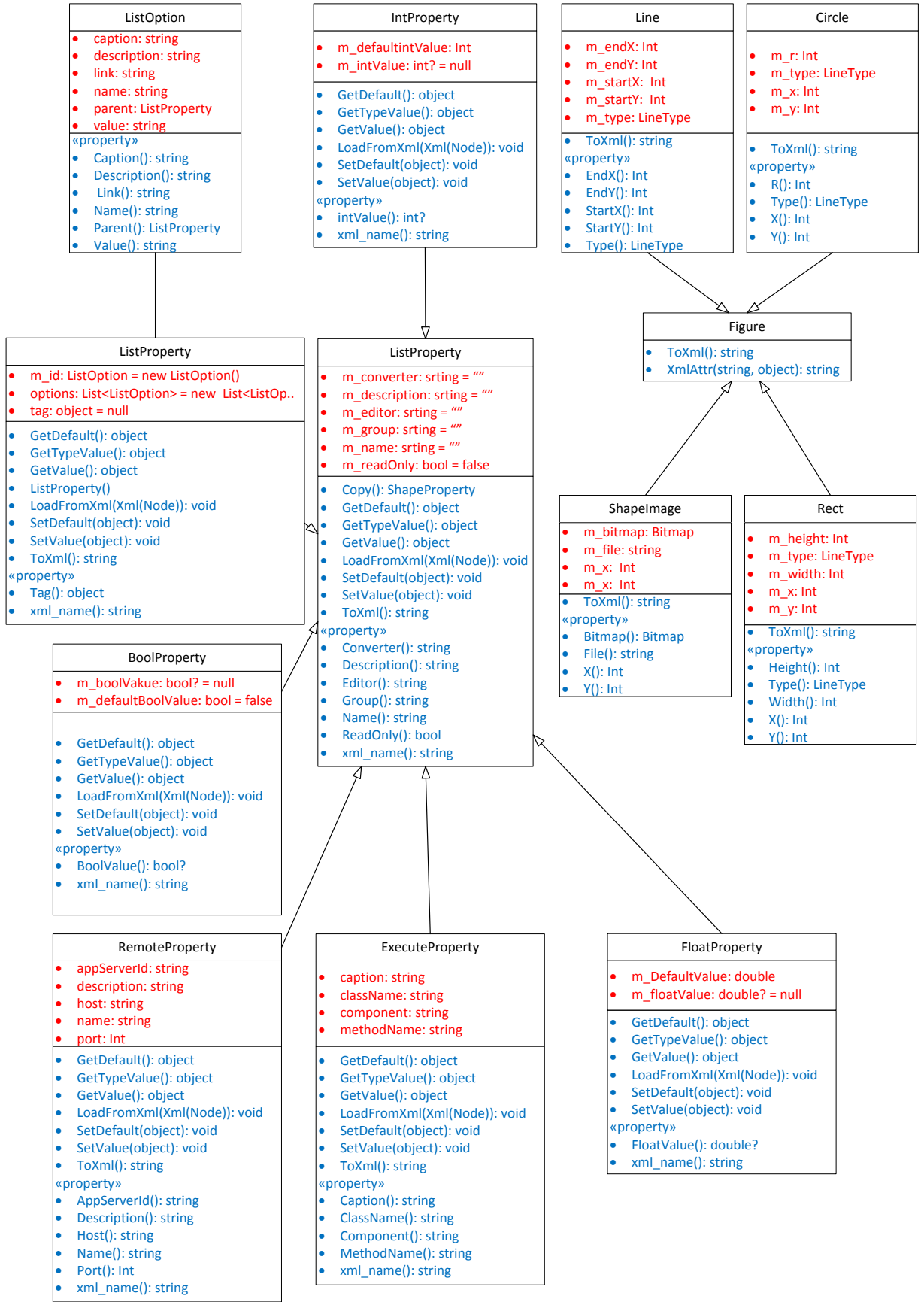
К.2 Діаграма класів підсистеми конфігурування компонент



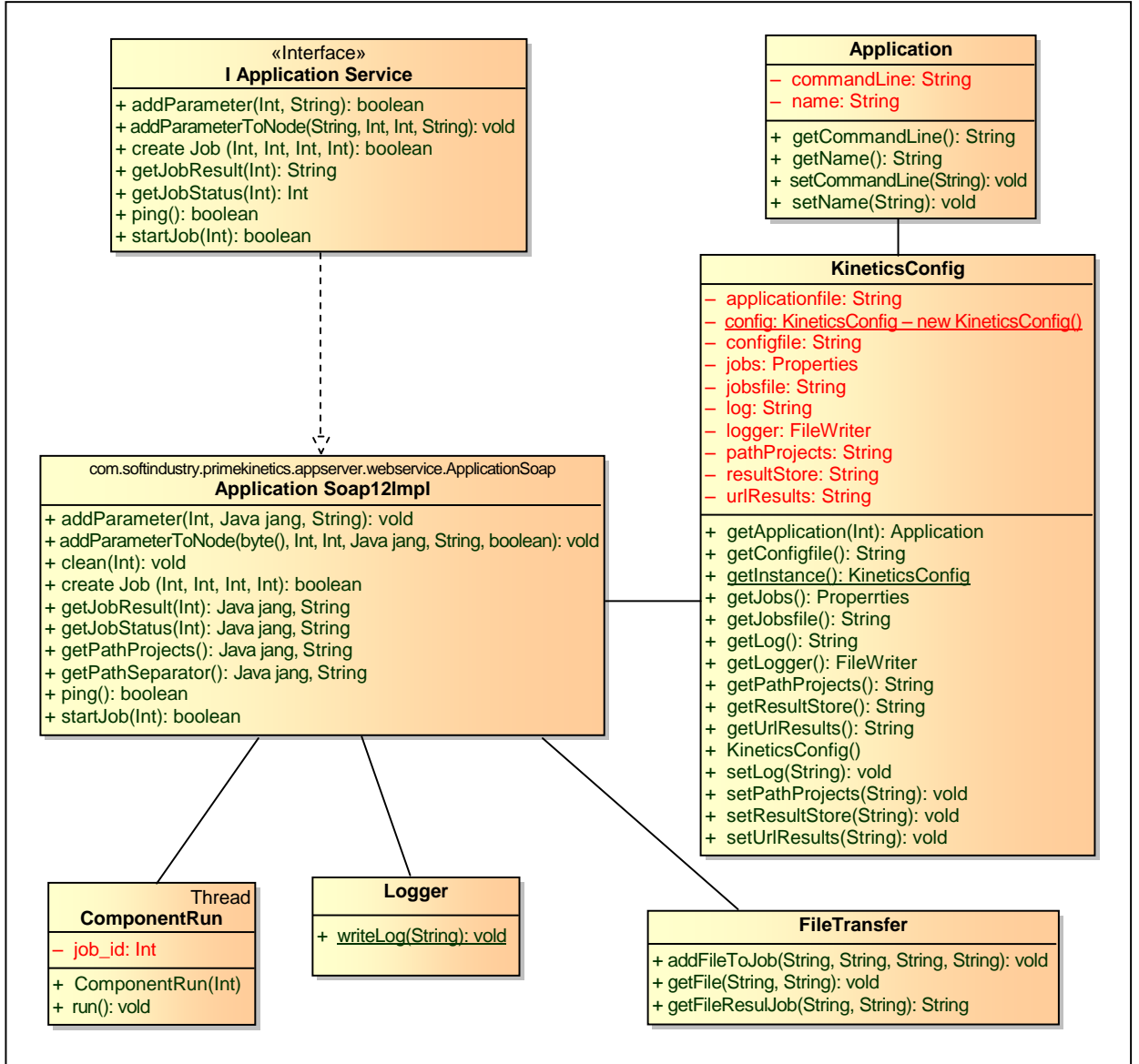
К.3 Діаграма класів підсистеми побудови обчислювальних компонентів



К.4 Діаграма класів підсистеми запуску обчислювальних компонентів

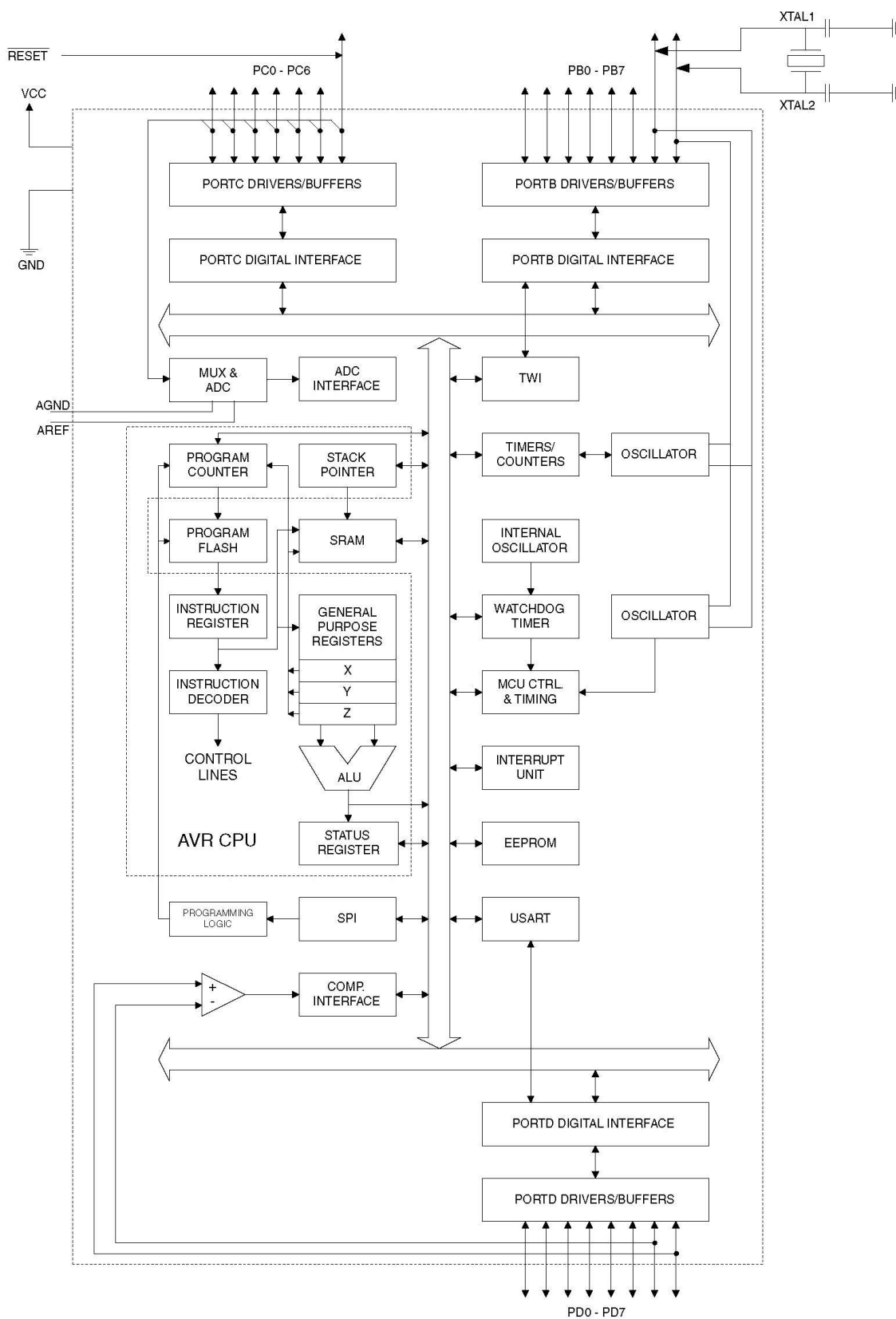


К.5 Діаграма класів віддаленого сервера додатків



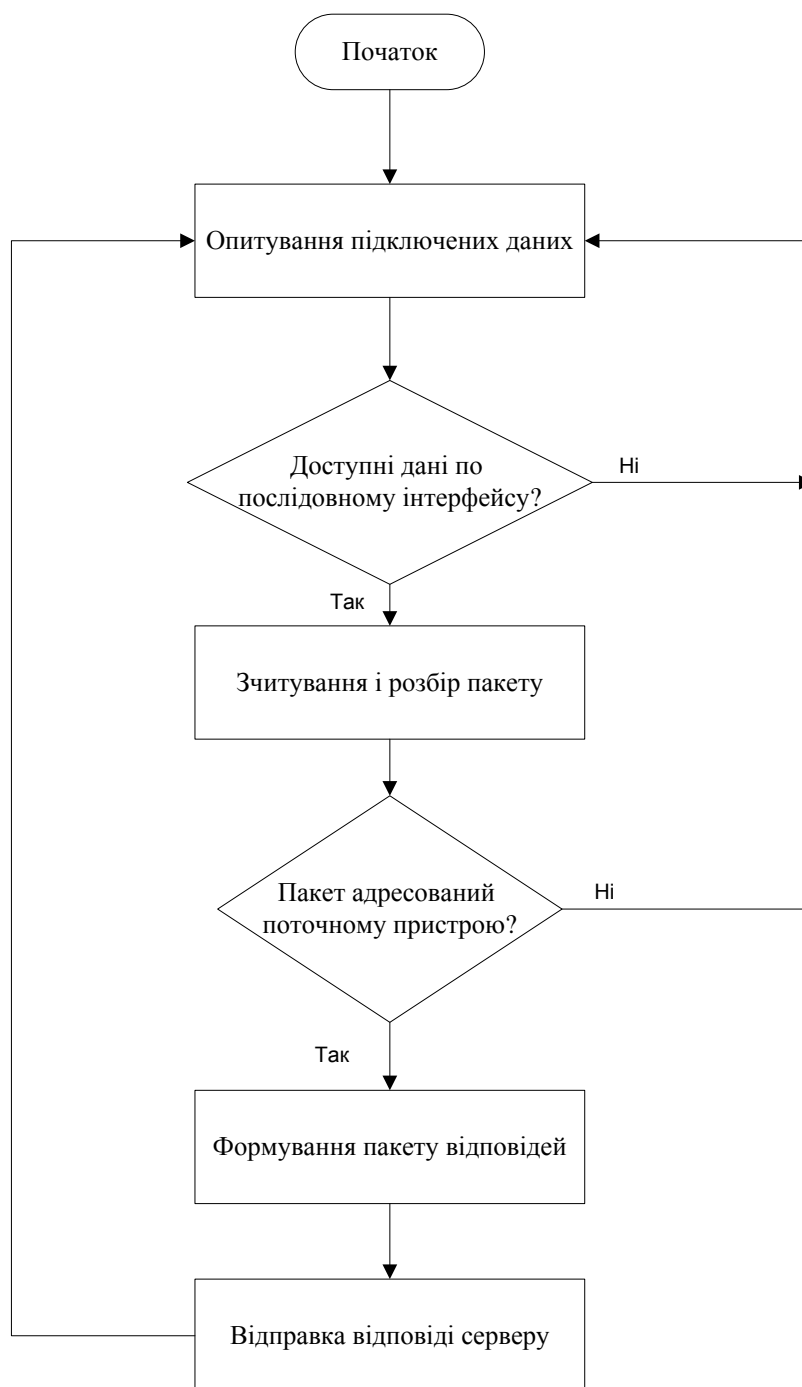
Додаток Л

Структурна схема мікроконтролера ATmega8



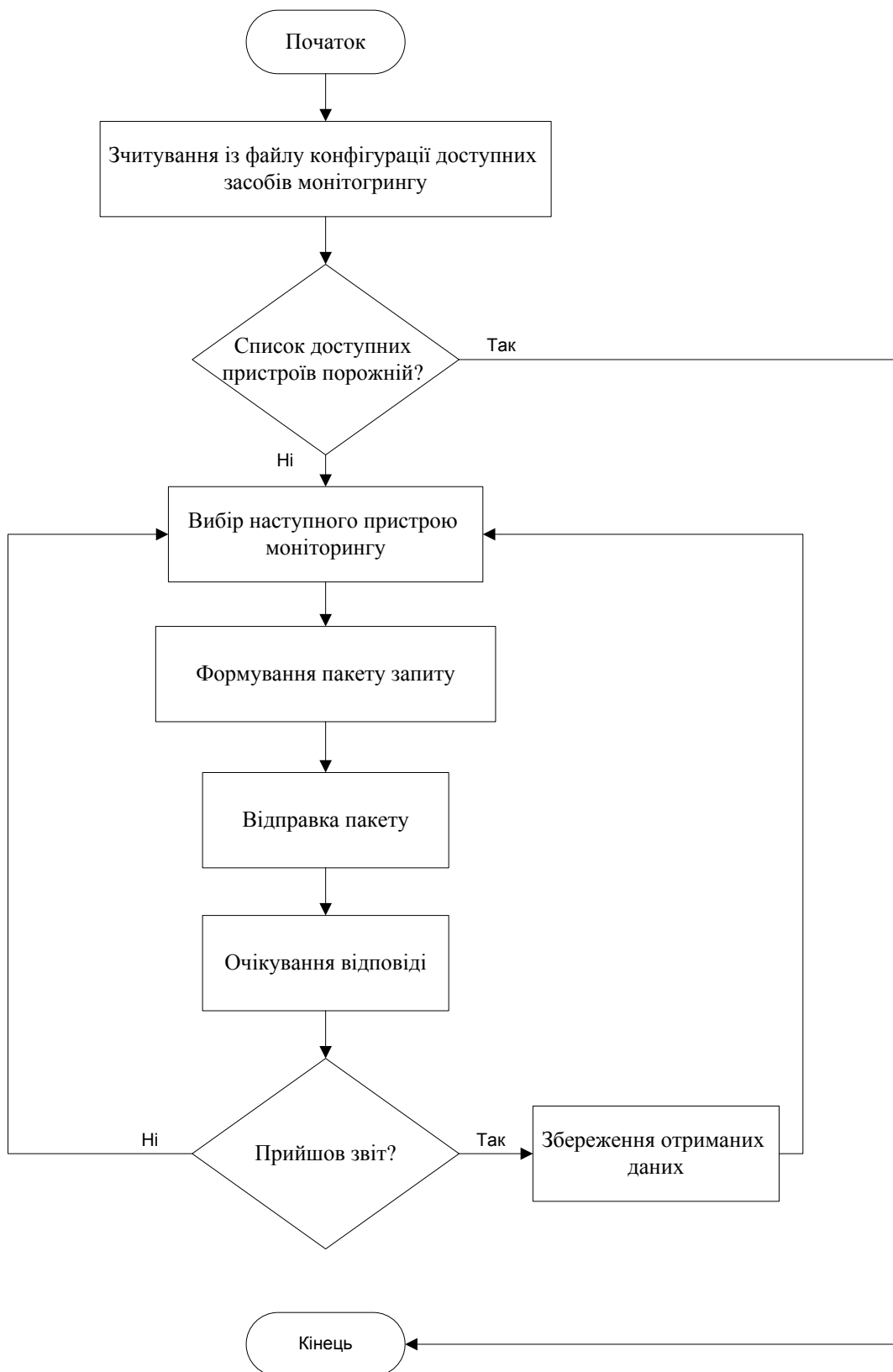
Додаток М

Схема алгоритму роботи програмного забезпечення пристрою моніторингу



Додаток Н

Схема алгоритму роботи програмного забезпечення для сервера



ПРЕЗЕНТАЦІЯ

Міністерство освіти і науки України
Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
Факультет інформаційних технологій та електроніки
кафедра комп'ютерних наук та інженерії

«ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ВИКОНАННЯ РОЗПОДІЛЕНИХ ОБЧИСЛЕНЬ»

Студент гр. КІ-18 зм
Керівник проекту

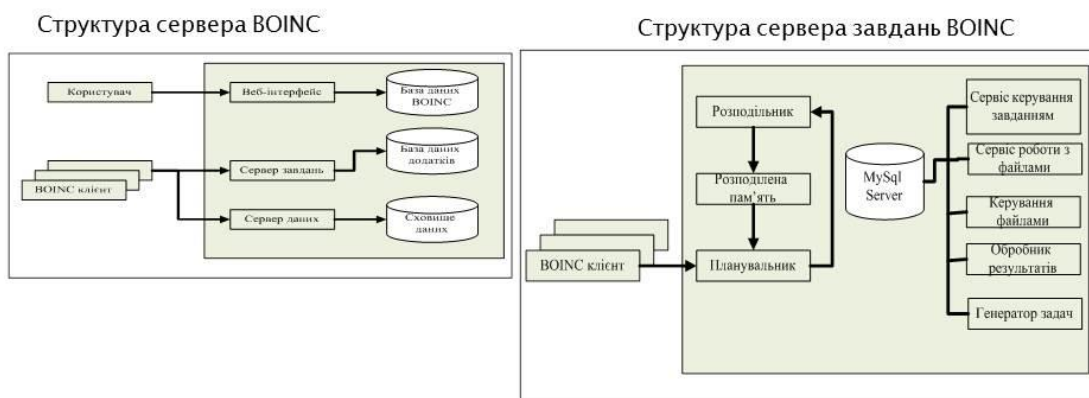
Гайворонський О. В.
доц., к.т.н. Кардашук В.С.

- ▶ **Актуальність** – створення та дослідження новітніх методів збільшення обчислювальної потужності комп'ютерних ресурсів і зменшення накладних витрат, що дає можливість ефективного впровадження їх в автоматизацію процесів виробництва, наукову діяльність тощо.
- ▶ **Метою роботи** – побудова інфраструктури для організації процесу виконання розподілених обчислень.
- ▶ **Об'єкт дослідження** – система виконання розподілених обчислень.
- ▶ **Предмет дослідження** – методи та засоби побудови систем розподілених обчислень.
- ▶ **Методи дослідження** – моделювання управління ресурсами системи та даними, отриманими від датчиків.

Основні задачі магістерської роботи

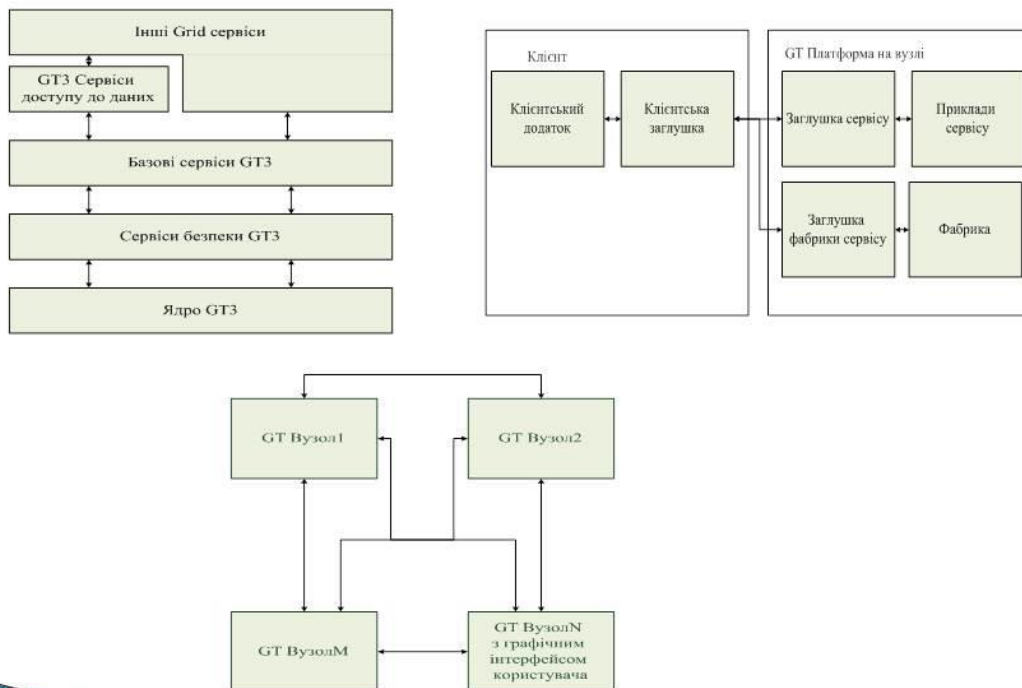
- ▶ З метою реалізації задачі дослідження:
- ▶ Провести аналіз сучасних існуючих систем побудови та виконання розподілених обчислень, розглянути типові структури, визначити їх переваги та недоліки.
- ▶ Визначити та сформулювати вимоги до програмної та апаратної підсистем, ключові особливості, які необхідно враховувати при розробці систем для організації розподілених обчислень.
- ▶ З метою дослідження розробити програмний комплекс для реалізації розподілених обчислень.
- ▶ Оцінити наукову цінність отриманих результатів, перспективи їх впровадження для практичного використання та у навчальний процес.

АНАЛІЗ СИСТЕМ

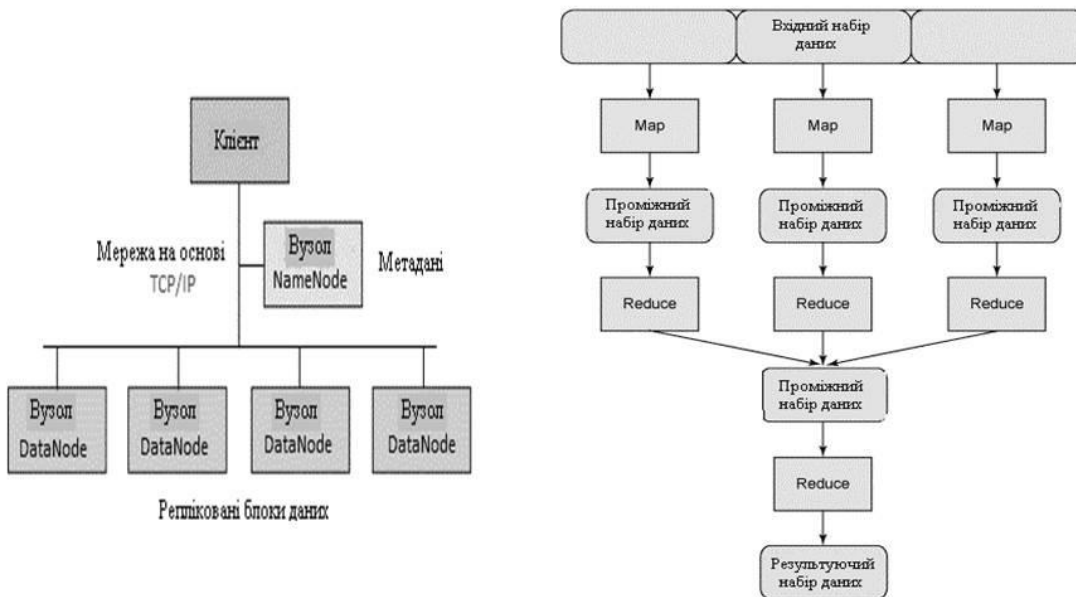


Розподілені обчислення – спосіб вирішення трудомістких обчислювальних завдань з використанням двох і більше комп'ютерів, об'єднаних в мережу

Структура типової Grid-платформи, заснованої на базі Globus Toolkit



Платформа Hadoop та MapReduce



Порівняльна характеристика систем побудови та виконання схеми розподілених обчислень

Характеристика	BOINC	<u>Globus</u>	<u>Apache Hadoop</u>	Проектована система
Простота запуску проекту розподілених обчислень	-	-	-	+
Моніторинг стану обчислювальних вузлів	-	+	+	+
Просто та й ефективність АРІ для підключення зовнішніх компонент	-	+	+	+
Простота масштабування системи	-	-	-	+
Простота конфігурування обчислювальних компонент	-	-	-	+
Забезпечення надійності роботи обчислювальних вузлів	-	-	+	+
Забезпечення захисту обчислювальних ресурсів	-	+	+	+

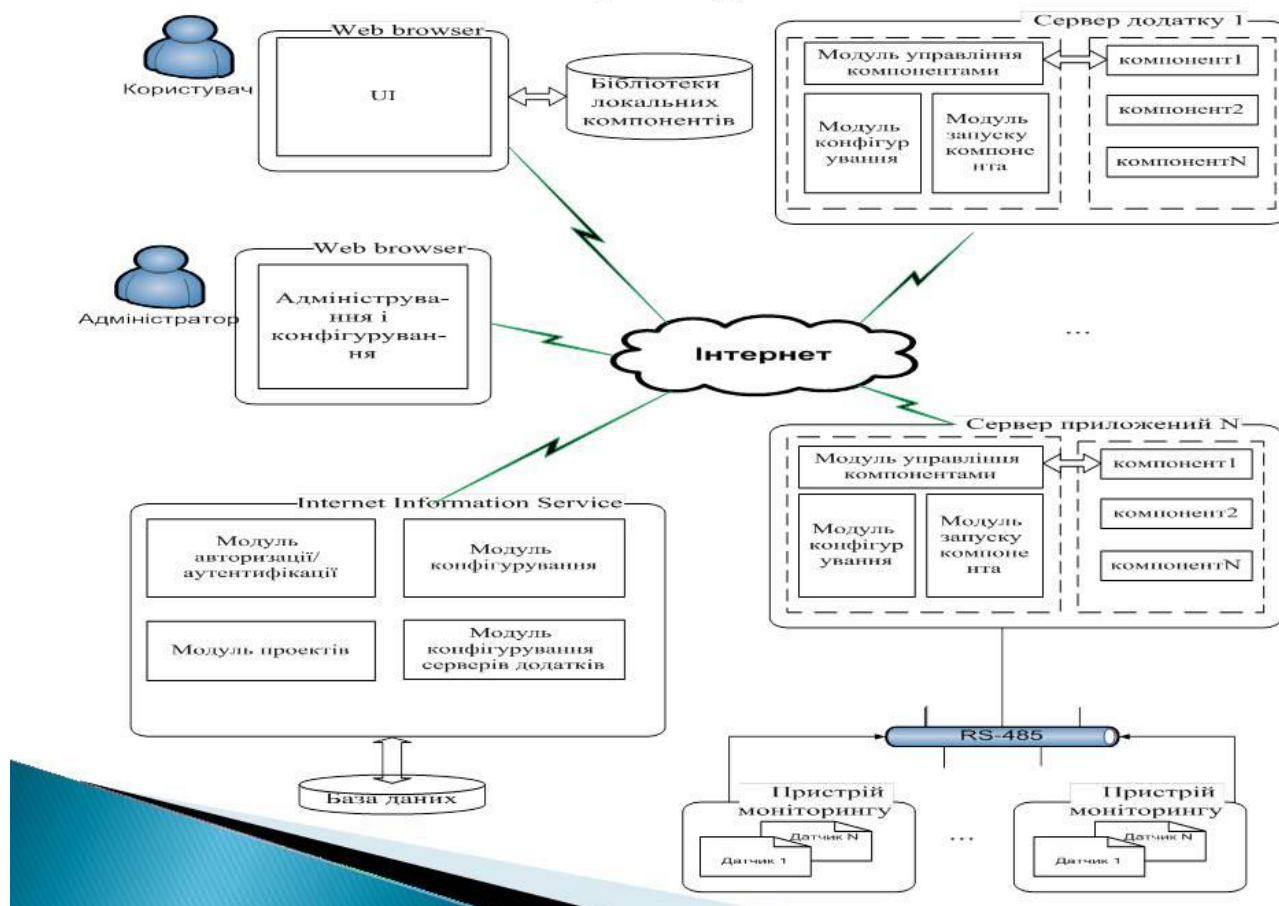
Підсумки аналізу та загальні вимоги

Виходячи з особливостей проаналізованих систем, система що розробляється з метою дослідження повинна мати наступні функціональні особливості:

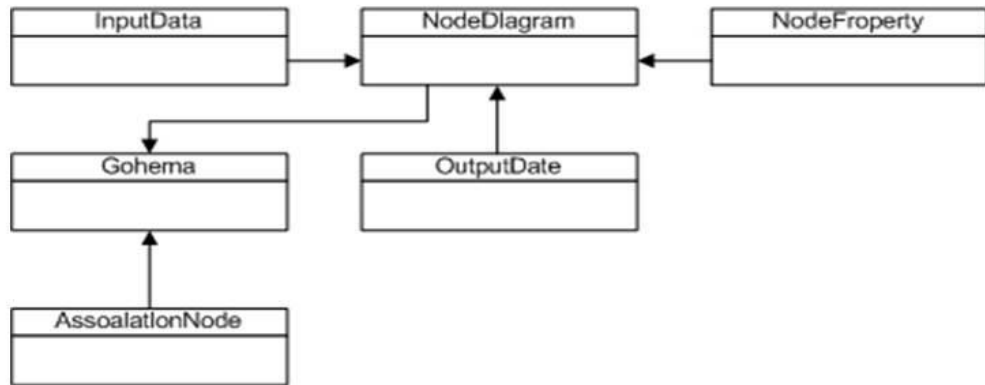
- візуальні інструментальні засоби для побудови схеми розподілених обчислень. Користувач робить це шляхом побудови діаграми з доступних елементів;
- легко масштабуватися шляхом додавання нових обчислювальних компонент;
- централізоване зберігання створених користувачем проектів;
- централізоване зберігання локальних обчислювальних компонент;
- додавання в систему серверів додатків;
- можливість конфігурувати елементи діаграм, які використовуються для побудови схеми розподілених обчислень;
- розробити систему моніторингу фізичних показників.



Загальна архітектура системи



Логічна структури схеми розподілених обчислень



Логічна структура складається з наступних компонентів:

- елементи схеми - частини системи, які можуть виконувати обробку або перетворення даних;
- властивості елементів діаграми - введені користувачем дані, які будуть використані для обчислень;
- зв'язок між елементами схеми;
- вхідні дані - вхідні дані від інших елементів схеми;
- вихідні дані - результати роботи компонента, який пов'язаний з елементом схеми.

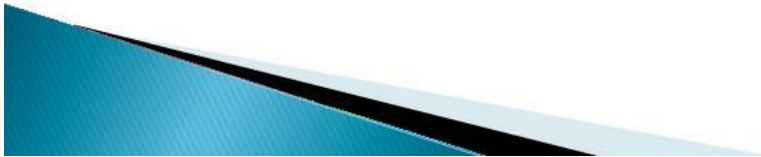
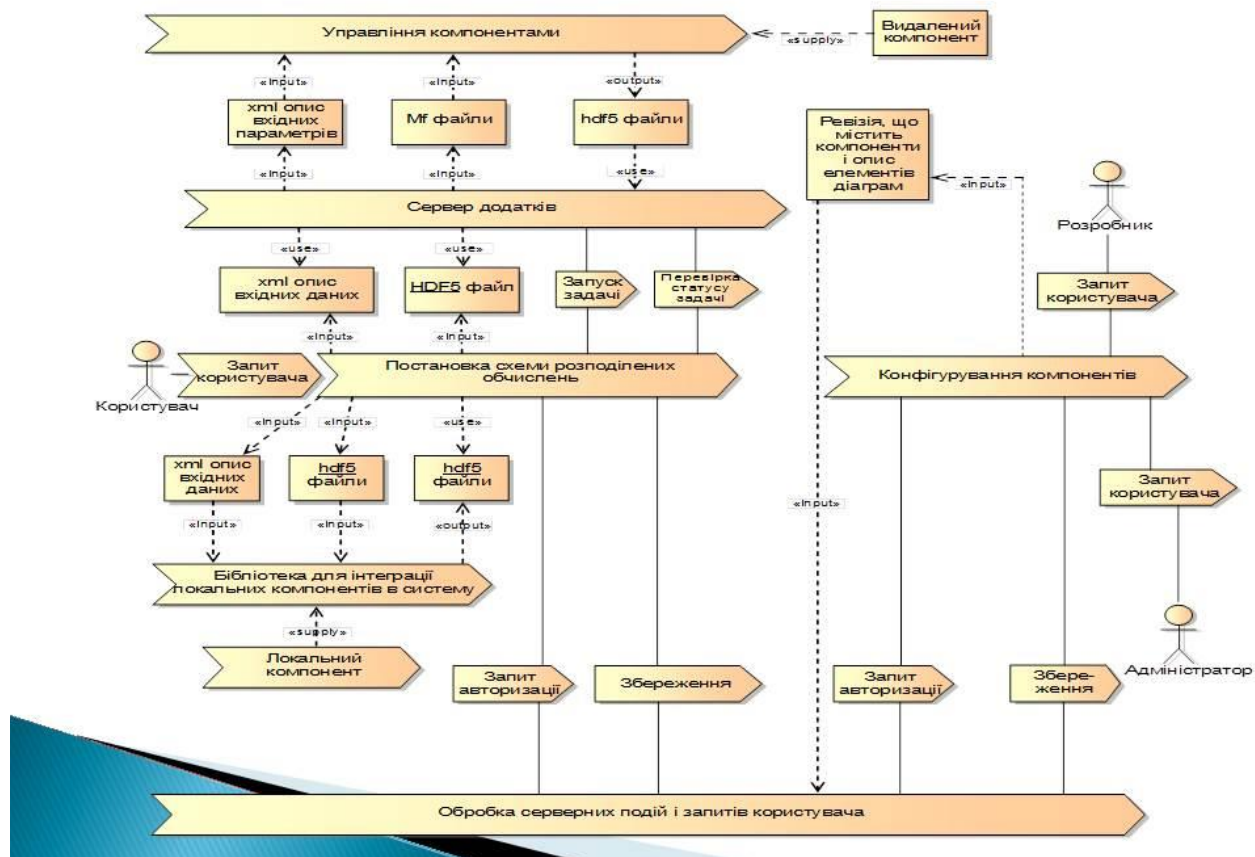
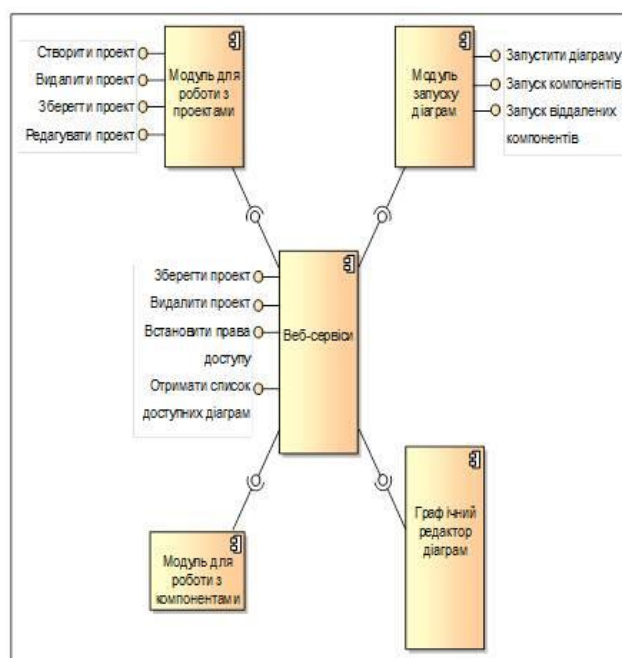
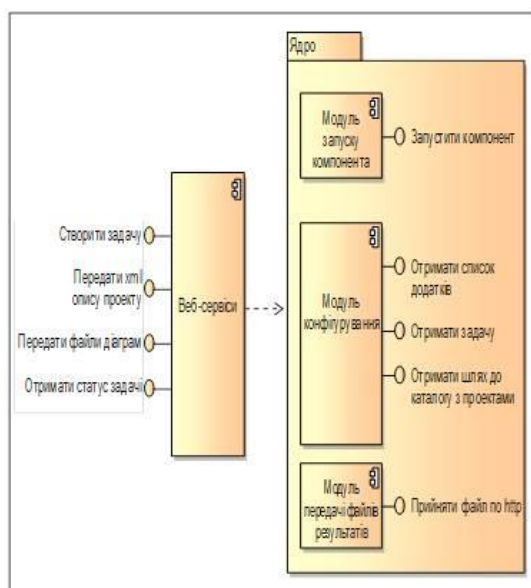


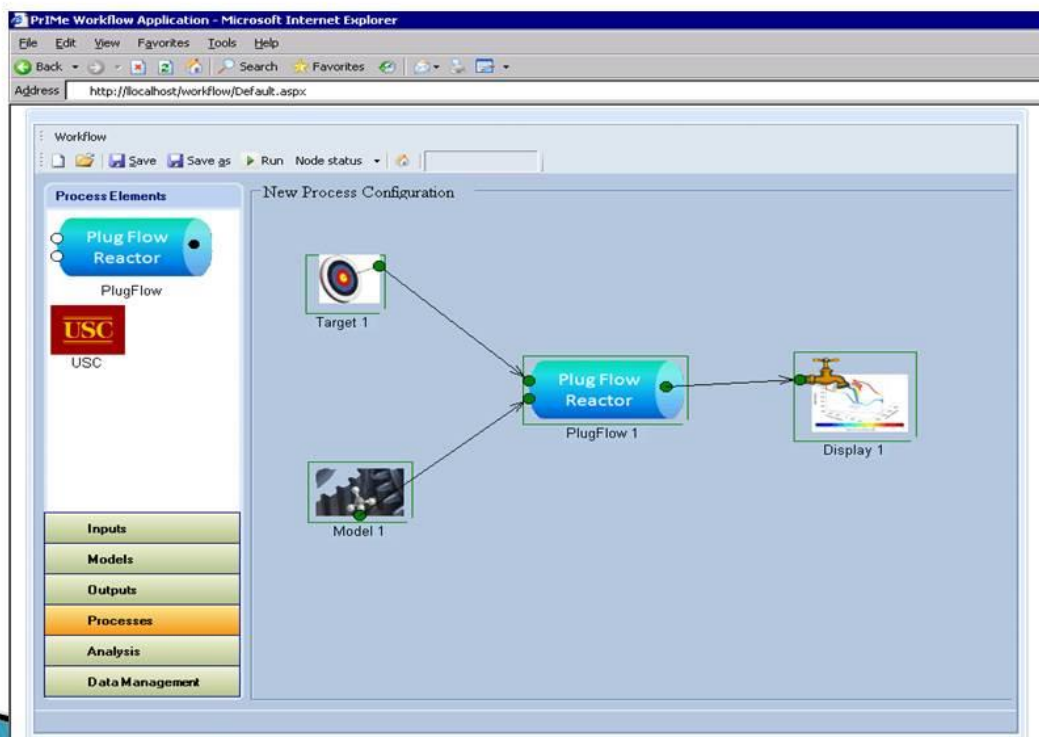
Схема потоків даних в системі



Структура віддаленого сервера додатків та додатка для моделювання



Інтерфейс створення нової діаграми



Інтерфейс конфігурування елементами діаграми

PrIME Workflow Application - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

Address http://localhost/workflow_dev/Default.aspx

Resources Components **Shapes editor** Versions

Description
Original shapes

Shapes structure

- Shape groups
 - Inputs
 - Models
 - Outputs
 - Processes
 - Shapes
 - PlugFlow
 - USC
 - Calculator
 - Layout
 - Inputs
 - Outputs
 - Properties
 - Floats
 - Integers
 - Booleans
 - Execution DLL
 - Remote server
 - Calculator
 - Lists
 - Analysis
 - Data Management

Properties

Misc	
Description	
Host	207.158.27.225
Id	1
Name	Calculator
Port	80

Name

Preview

Plug Flow Reactor

PlugFlow

USC

USC

Calculator

Inputs

Models

Outputs

Processes

Analysis

Data Management

Delete Add

Діаграма послідовності при запуску віддаленого компонента

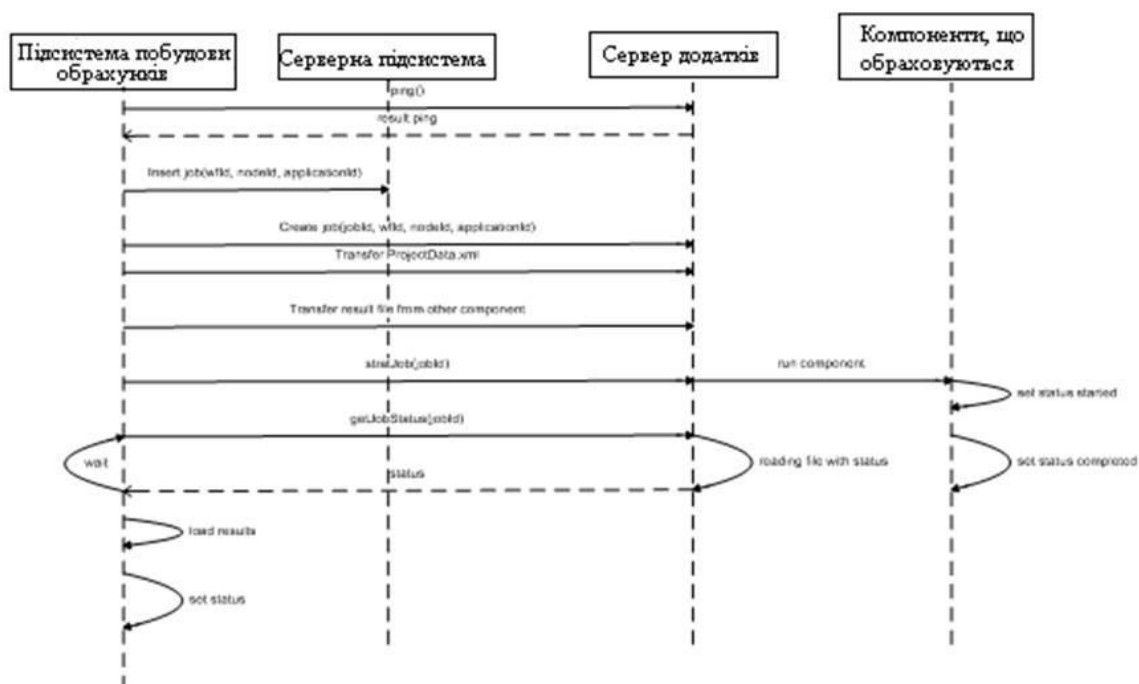
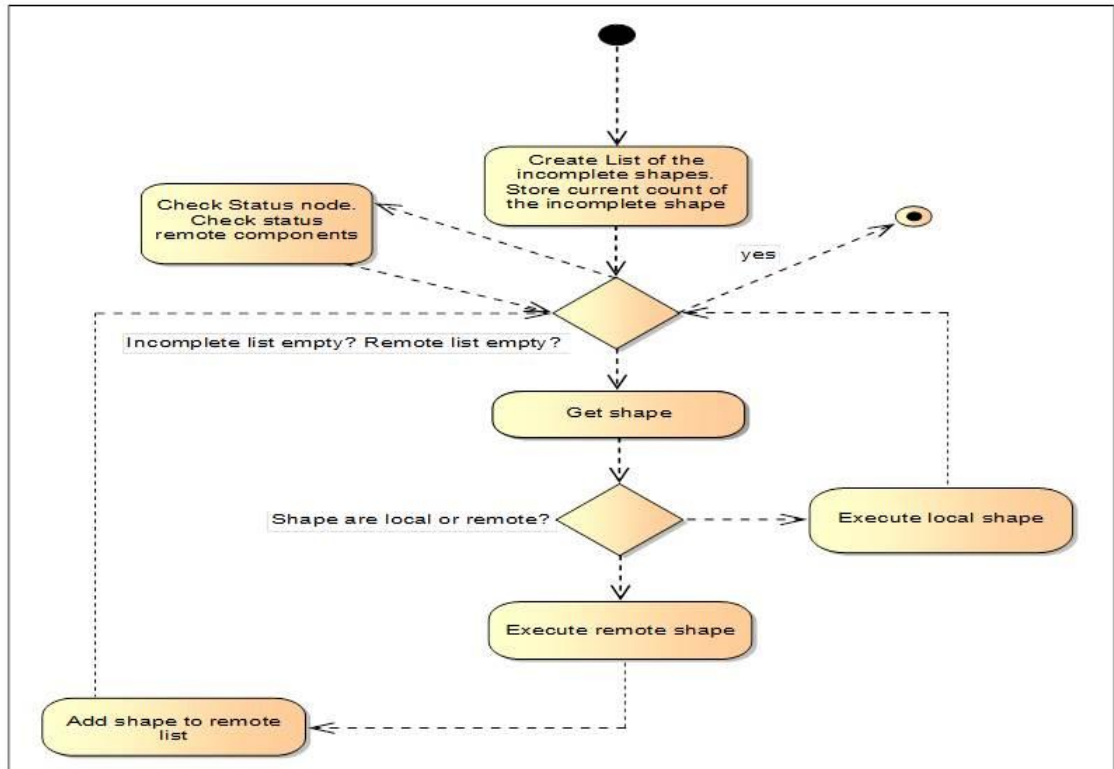


Схема алгоритму запуску розподілених обчислень



Структура каталогів на сервері додатків

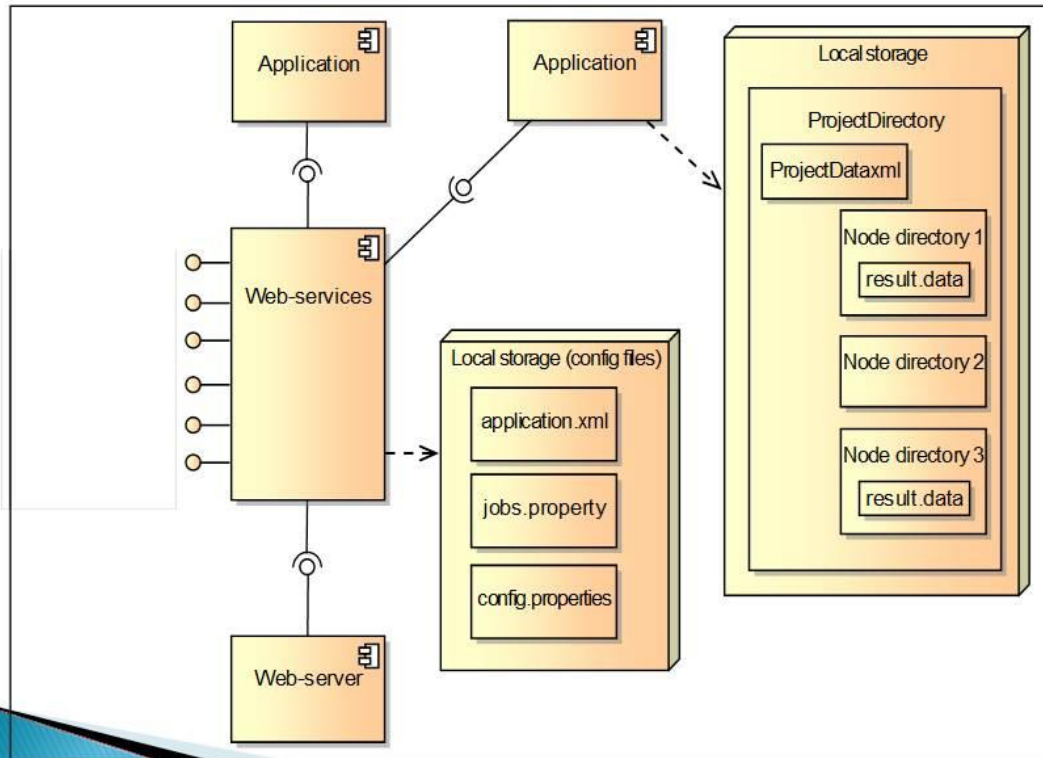
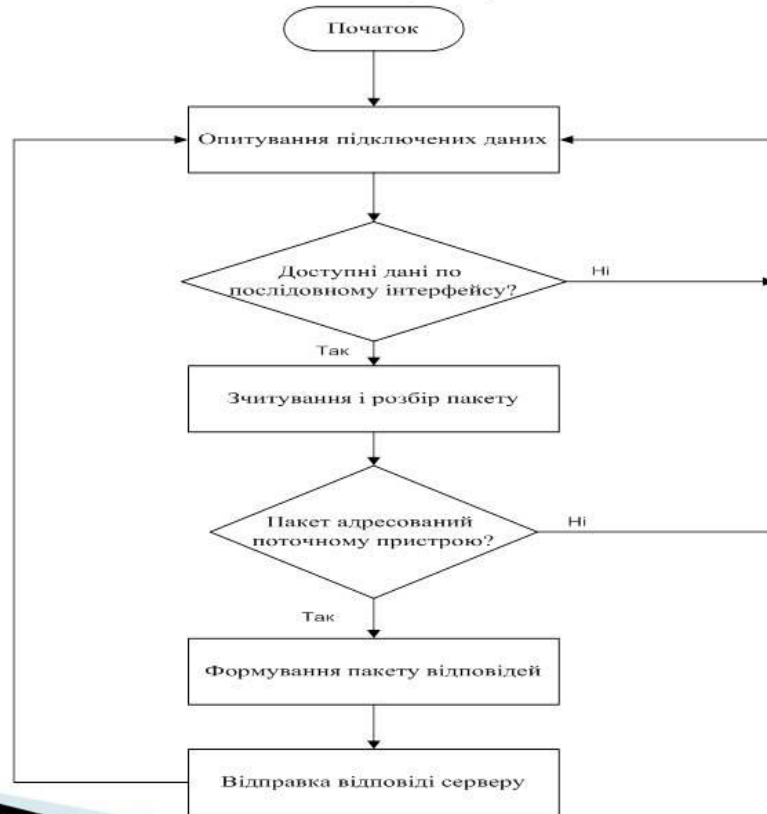


Схема алгоритму роботи програмного забезпечення пристрою моніторингу



Висновки, наукова новизна та практичне використання

Практичне використання результатів полягає у наступному:

1. В ході виконання магістерської роботи спроектована та досліджена інформаційно-комп'ютерна система побудови та виконання розподілених обчислень.
 2. Розроблена система може застосовуватись у будь-якій галузі, де необхідно виконання розподілених обчислень.
 3. При розробці системи побудови та виконання розподілених обчислень враховувалися основні тенденції розвитку схожих систем, їх переваги і недоліки. У процесі проектування розглянуті основні підходи до побудови інфраструктури для розподілених обчислень. Розроблена система усуває такі основні недоліки існуючих систем, як складність побудови схеми розподілених обчислень та конфігурування компонент, що беруть участь в обчисленнях.
 4. Удосконалення системи можливо в напрямку розробки поліпшеного механізму зберігання даних, одержуваних при обчисленнях, а також розробкою засобів забезпечення надійності обчислювальних вузлів.
 5. Результати магістерської роботи можуть бути використані в навчальному процесі кафедри комп'ютерних наук та інженерії при проведенні лекційних, лабораторних та практичних занять з дисципліни «Комп'ютерні системи», «Паралельні та розподілені обчислення», «Цифрова схемотехніка».
- 