**РЕФЕРАТ**

Пояснювальна записка складається з 8 розділів:

* вступ – визначає актуальність роботи, її цілі і головні задачі. Складається з 2 сторінок;
* призначення, постановка задачі, огляд аналогів і літератури – містить опис призначення роботи та методики вирішення поставленої задачі, приведені аналоги та огляд літератури. Складається з 15 сторінок;
* зовнішнє та логічне проектування – містить інженерно-технологічну постановку задачі, формалізацію та процес проектування бази даних. Складається з 14 сторінок;
* внутрішнє проектування – містить обґрунтування вибору парадигми проектування, мови програмування, проектування програмного інтерфейсу, архітектури та динаміки системи. Складається з 32 сторінок;
* відлагодження та тестування – містить опис обраних методів тестування та процесу відлагодження. Складається з 12 сторінок;
* охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях – містить аналіз шкідливих та небезпечних факторів при роботі з ЕОМ, та заходи щодо їх мінімізації. Складається з 12 сторінок;
* висновки – складається з 2 сторінок;
* література – список використаних літературних джерел. Складається з 2 сторінок.

Технічне завдання та робочий проект містяться в додатках.

Кількість таблиць: 50

Кількість рисунків: 19

**ЗМІСТ**

[ВСТУП 7](#_Toc388960171)

[1 ПРИЗНАЧЕННЯ, ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ОГЛЯД АНАЛОГІВ І ЛІТЕРАТУРИ 9](#_Toc388960172)

[1.1 Призначення та область застосування 9](#_Toc388960173)

[1.2 Постановка задачі 9](#_Toc388960174)

[1.3 Огляд літератури 10](#_Toc388960175)

[1.4 Аналіз аналогів 19](#_Toc388960176)

[1.4.1 Характеристика системи ІРБІС 19](#_Toc388960177)

[1.4.2 Характеристика системи УФД/Бібліотека 21](#_Toc388960178)

[1.4.3 Характеристика системи Alfresco 22](#_Toc388960179)

[1.5 Аналіз розглянутих аналогів 23](#_Toc388960180)

[2 ЗОВНІШНЄ ТА ЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ 25](#_Toc388960181)

[2.1 Зовнішнє проектування 25](#_Toc388960182)

[2.1.1 Опис функціональних характеристик 25](#_Toc388960183)

[2.1.2 Формалізація задач 26](#_Toc388960184)

[2.2 Аналіз баз даних 28](#_Toc388960185)

[2.2.1 Аналіз системи керування базами даних 29](#_Toc388960186)

[2.2.2 Сутності та їх представлення в базі даних 29](#_Toc388960187)

[2.2.3 ER-модель бази даних 30](#_Toc388960188)

[2.2.4 Аналіз фізичного проекту бази даних 32](#_Toc388960189)

[2.2.4 Нормалізація бази даних 36](#_Toc388960190)

[3 ВНУТРІШНЄ ПРОЕКТУВАННЯ 38](#_Toc388960191)

[3.1 Вибір парадигми програмування 38](#_Toc388960192)

[3.2 Проектування програмних інтерфейсів 39](#_Toc388960193)

[3.2.1 Проектування RESTful протоколу 41](#_Toc388960194)

[3.2.2 Протокол веб-сервісу 43](#_Toc388960195)

[3.3 Проектування архітектури системи 43](#_Toc388960196)

[3.3.1 Проектування генератору ідентифікаторів 54](#_Toc388960197)

[3.3.2 Проектування підсистеми розподілення прав 56](#_Toc388960198)

[3.3.3 Проектування підсистеми перетворення змісту документів 58](#_Toc388960199)

[3.3.4 Проектування підсистеми відкладеного виконання команд 59](#_Toc388960200)

[3.3.5 Проектування підсистеми доступу до вмісту 61](#_Toc388960201)

[3.4 Проектування динаміки системи 64](#_Toc388960202)

[3.5 Проектування системи на фізичному рівні 67](#_Toc388960203)

[3.6 Вибір мови програмування 69](#_Toc388960204)

[4 ВІДЛАГОДЖЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМИ 71](#_Toc388960205)

[4.1 Вибір стратегії тестування 71](#_Toc388960206)

[4.2 Функції для тестування 73](#_Toc388960207)

[4.3 Розробка тестів методом «білого ящика» 75](#_Toc388960208)

[4.4 Розробка тестів методом «чорного ящика» 78](#_Toc388960209)

[4.5 Відлагодження програми 83](#_Toc388960210)

[5 ОХОРОНА ПРАЦІ 85](#_Toc388960211)

[5.1 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів 85](#_Toc388960212)

[5.2 Проектні заходи 87](#_Toc388960213)

[5.3 Безпека праці при виконанні робіт на ПЕОМ 92](#_Toc388960214)

[5.3.1 Вимоги безпеки праці перед початком роботи на ПЕОМ 92](#_Toc388960215)

[5.3.2 Вимоги безпеки праці під час роботи на ПЕОМ 94](#_Toc388960216)

[5.3.3 Вимоги безпеки праці після закінчення роботи на ПЕОМ 95](#_Toc388960217)

[5.3.4 Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях 95](#_Toc388960218)

[ВИСНОВКИ 97](#_Toc388960219)

[ЛІТЕРАТУРА 99](#_Toc388960220)

# ВСТУП

У наш час, коли вже не залишилося жодної галузі у якій не використовуються комп’ютерні технології, складно уявити ефективну роботу залізничного транспорту без використання інформаційних технологій.

Вони прискорюють процеси обробки інформації, а також значно збільшують ефективність роботи. Для цього, в залежності від поставленої задачі та предметної області, розробляються програмні комплекси різної складності, котрі використовуються для вирішення конкретних проблем.

Зараз на Українській залізниці відбувається поступовий перехід від планово попереджувальної системи ремонту рухомого складу, до системи ремонту рухомого складу з урахуванням його фактичного технічного стану. Такий перехід можливий тільки в тому разі, коли є найбільш достовірна інформація про стан кожної окремої одиниці рухомого складу. Таку інформацію можуть дати бортові системи діагностування локомотивів.

Для аналізу діагностичної інформації в умовах депо Нижньодніпровськ Вузол та Красний Лиман використовується програмний комплекс Магістраль Центр розроблений НВО Квант-Радіоелектроніка[1]. За допомогою цього комплексу інформація з бортового модуля пам’яті кожного електровоза переноситься до центральної діагностичної бази даних депо.

Однією з особливостей програмного комплексу Магістраль Центр є те, що отримані статистичні данні зберігаються у бінарному файлі, що унеможливлює його перегляд людиною чи зручну інтеграцію даних до іншого програмного комплексу.

Метою дипломного проекту є створення програмного продукту «Модуль інтеграції даних систем аналізу показників бортових систем діагностування локомотивів» що є сервісом, що надає програмні інтерфейси для доступу до діагностичних даних бортових систем локомотивів для проведення їх моніторингу.

Розроблений модуль призначений для інтеграції із зазначеною системою, отримання даних бортових систем та збереження в реляційну базу даних. Використання реляційної бази даних дозволить зберігати данні у зручному для подальшого використання вигляді. Також використання СУБД дозволить убезпечити данні від знищення завдяки механізмам реплікації. Надалі данні з реляційної бази даних використовуються для надання статистичних даних.

Для отримання подібного функціоналу від існуючих продуктів, потрібно було б придбати декілька продуктів, та провести роботу по їх інтеграції.

# 1 ПРИЗНАЧЕННЯ, ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА ОГЛЯД АНАЛОГІВ І ЛІТЕРАТУРИ

## 1.1 Призначення та область застосування

Програмний комплекс, що розробляється, призначений отримання та зберігання показників бортових систем локомотивів.

Функціональне призначення продукту полягає у інтеграції із системою «Магістраль-ВЛ11» для отримання статистичних даних показників бортових систем локомотивів, а також наданні сервісів для доступу до отриманих даних та даних про стан сховища. Надання сервісів дозволить створити програмний комплекс що може здійснювати пошук інформації за заданими критеріями та відображати її в зручному для користувача вигляді.

Завдяки універсальності та функціям, програма може бути розповсюджена та використана у організаціях, що потребують у своїй роботі наявності показників бортових систем локомотивів.

## 1.2 Постановка задачі

Необхідно розробити програмний комплекс, що надасть змогу отримувати данні із системи діагностики «Магістраль-ВЛ11» зберігати їх до реляційної бази даних а також надавати програмні інтерфейси для їх аналізу.

Результатом розробки повинен стати сервіс, що надає програмні інтерфейси для обслуговування сховища даних. Кінцевому користувачу повинні бути надані можливості для додавання інформації про показники бортових систем та інформації про локомотиви на яких ведуться виміри. Данні повинні зберігатися в реляційній базі даних. Програма повинна надати можливість для отримання статистичних даних для використання на клієнтській частині. Продукт повинен забезпечувати можливість клієнт-серверної взаємодії.

Продукт має відповідати наступним вимогам: відмово стійкість серверу, забезпечення гнучкої системи доступу до даних.

## 1.3 Огляд літератури

Під час виконання аналізу літератури розглядалися наступні питання: загальна характеристика бортових систем діагностування локомотивів, дослідження технічного стану локомотивів з використанням інформації бортових систем діагностування та проектування архітектури промислових додатків.

Посилення конкуренції між різними видами транспорту вимагає від локомотивного господарства підвищення експлуатаційної надійності локомотивного парку, скорочення часу простою локомотивів в ремонті і витрат на проведення ремонту. Підвищення експлуатаційної надійності повинно досягатись з мінімальними витратами, з точки зору технічного обслуговування це означає максимальне скорочення часу простою локомотивів і зменшення імовірності виходу локомотивів з ладу під час експлуатації. Одним з шляхів вирішення цієї задачі є впровадження на локомотивах засобів технічного діагностування.

Аналіз впровадження і використання систем діагностування на залізничному транспорті за кордоном, впровадження систем оптимізації технічного обслуговування транспортних засобів в інших видах транспорту дозволяє зробити висновок про високу ефективність використання систем діагностування при переході до системи ремонту локомотивів з урахуванням їх експлуатаційної надійності. Сучасний рівень розвитку технічних засобів дозволяє організувати спільну роботу систем управління, діагностування, системи контролю місця знаходження локомотива, систем бездротової передачі інформації на пункти технічного обслуговування локомотивів.

Найбільш перспективним напрямком розвитку діагностичних засобів локомотивів є бортові (вбудовані) системи діагностування локомотивів. Такі системи забезпечують найбільш повну реалізацію ресурсу вузлів і агрегатів локомотивів, попереджають аварійні відмови, знижують експлуатаційні витрати на утримання локомотива. Впровадження вбудованих систем діагностування здійснюється, у першу чергу, для тих вузлів і агрегатів, технічний стан яких впливає на безпеку руху поїздів.

Бортові системи мікропроцесорного діагностування уперше були застосовані в середині 1980-х рр. на тепловозах серії 60 відділення Е1 есtrо моdel (ЕМD) корпорації General Моtоrs і на тепловозах корпорації General Еlесtriс (GЕ) [2]. Пізніше фірма Rockwell Іnternational випустила систему аналізу й реєстрації технічного стану локомотивів (LARS), яку залізниця Burlington Northern (США) застосувала на 100 тепловозах SD40-2 і на 50 тепловозах ОР50 фірми ЕМD. Система LARS вимірює до 40 параметрів роботи (або відмов у роботі) локомотива й передає інформацію в пункт технічного обслуговування й ремонту тепловозів. Розглянуті системи діагностування автоматично передають по радіоканалах інформацію з локомотива в наступний пункт технічного обслуговування й ремонту, для того щоб його персонал міг підготуватися до виконання ремонту.

Перевагою бортових систем діагностування є контроль стану локомотива безпосередньо в процесі руху, що дозволяє виявляти причини виникнення й попереджати раптові відмови, виявляти сховані несправності, які можуть проявлятися тільки при деяких режимах роботи локомотива. Бортові системи діагностування підвищують безпека руху завдяки безперервному контролю найбільш відповідальних вузлів локомотива.

Бортові системи діагностування відносяться до нижнього рівня автоматизованих систем. Вони представляють інформацію для систем верхнього рівня (системи автоведения, системи автоматичного керування тяговим приводом, автоматизовані системи безпеки).

Недоліком бортових систем діагностування є їх висока вартість, що обумовлено складними умовами експлуатації рухомого складу, а також забезпеченням придатності вузлів і агрегатів до контролю. Використовувані мікропроцесорні пристрої повинні надійно працювати в умовах значних перепадів температур, вібрації, впливу електромагнітних полів, для чого необхідне використання обладнання спеціального виконання.

Аналіз сучасних систем діагностування вітчизняного і закордонного виробництва показав наявність широких можливостей в плані автоматизації вимірювань і попередньої обробки діагностичного сигналу. Розробка методики діагностування обладнання вимагає рішення ряду завдань, обумовлених безліччю прояву технічних станів механізму у діагностичному сигналі і складністю отримання діагностичної інформації. До числа таких завдань входить дослідження механізму і створення його діагностичної моделі на основі математичного моделювання, вибір діагностичних ознак на основі статистичної обробки діагностичних сигналів, побудова процедури діагностичного аналізу.

В даний час для оцінки поточного рівня надійності обладнання на практиці набули найбільшого поширення основні методи оперативної діагностики[3]:

* метод математичного програмування;
* статистичний метод;
* методи теорії штучного інтелекту.

Методи математичного програмування застосовуються для вирішення багатьох екстремальних задач, з якими досить часто доводиться мати справу в дослідженні технічного стану. Рішення таких завдань зводиться до знаходження крайніх значень (максимуму або мінімуму) деяких функцій змінних величин. Найбільше застосування в дослідженні технічного стану знайшли наступні методи математичного програмування: лінійний, нелінійне, динамічний.

Метод математичного програмування має наступні переваги:

* можливість вибору оптимального варіанту з значної кількості альтернатив;
* висока оперативність отримання результатів рішення за рахунок застосування ЕОМ;
* можливість розв’язання великого класу задач.

Проте цей метод має недоліки:

* метод достатньо трудомісткий і вимагає великого об'єму
* розрахунків;
* необхідність опису альтернативних розв’язків і основних обмежень у вигляді математичних виразів.

Статистичний метод – є основою дослідження технічного стану об’єкта.

Статистичний метод включає наступні методи:

* методи математичної статистики;
* методи теорії імовірності;
* методи статистичного імітаційного моделювання.

Недоліки статистичних методів:

* результати застосування статистичних методів достовірні лише з певною вірогідністю, що задається дослідниками перед початком обробки статистичних даних;
* отримання результатів статистичними методами вимагає обробки великого об'єму статистичних даних;
* важко забезпечити необхідну точність при визначенні статистичних даних із-за недоліків вимірювальної техніки і суб'єктивності дій дослідника.

Переваги методу:

* дозволяє отримувати результати навіть в тих випадках, коли не відомий аналітичний зв'язок між параметрами системи і результатом її функціонування;
* дозволяє описувати і будувати моделі систем практично будь-якої складності.

В порівнянні з традиційними методами дослідження технічного стану нейронні мережі володіють наступними перевагами:

* нейронні мережі не залежать від властивостей вхідних даних, для них не існує вимоги до певного типу розподілу початкових даних, або вимоги до лінійності цільових функцій;
* використання нейронних мережі не вимагає спеціальних знань та спеціальної підготовки для її практичного застосування;
* нейронні мережі здатні моделювати залежності у разі великої кількості змінних.

Недоліки нейронних мереж:

* складність побудови архітектури мережі для конкретного завдання. Для переважної більшості реальних завдань не розроблено стандартних схем нейронних мереж;
* складність інтерпретації результатів навчання;
* значення параметрів елементів нейронних мережі майже завжди неможливо пояснити в термінах розв’язуваного завдання.

Розроблюваний програмний комплекс потребує аналізу сучасних тенденцій в області розробки програмного забезпечення. Сучасні промислові додатки є окремою галуззю розробки прикладного програмного забезпечення, та мають свої особливості в дизайні архітектури[4].

При побудові корпоративних систем, часто має сенс орієнтуватися на можливості для апаратного масштабування, а не потужності або навіть ефективності обчислень. Масштабованість дає можливість підвищення продуктивності, якщо це потрібно, та дозволяє це легше зробити. Часто проектування дозволяє зробити складні речі, які покращують ефективність на конкретному обладнанні, коли насправді, дешевше було б купити додаткове обладнання.

Розшарування є одним з найбільш поширених методів, які розробники програмного забезпечення використовують для спрощення складного програмного забезпечення. Концепція розшарування наведена на рисунку 1.1.

Можна виділити 3 основні шари системи:

* представлення (presentation) – надання послуг, відображення інформації (наприклад, в вікнах або HTML), обробка користувацького вводу;
* галузь (domain) – шар включає в себе реалізацію логіки, що має безпосереднє відношення до задачі програмного забезпечення;
* джерело даних ( data source) – зв'язок з базами даних, системами обміну повідомленнями, менеджерами транзакцій та іншими пакетами.

Переваги розшарування додатків:

* можливість працювати з окремим шаром системи, як незалежною сутністю, без необхідності розбиратися в супутніх компонентах;
* можливість реалізувати декілька варіантів одного шару, та легко змінити використовувану реалізацію. Наприклад, FTP-клієнт не залежить від середовища передачі, і може працювати як із Ethernet-мережами, так і GPRS;
* мінімізація залежностей між компонентами системи. Зміна залежного компоненту не потребує модифікації системи в цілому;
* додаткові рівні абстракції позитивно впливають на комплексне програмне забезпечення.

Недоліки розшарування:

* шари інкапсулюють деякі речі добре, але не всі. Таким чином, іноді необхідні каскадні зміни у всіх шарах, наприклад якщо необхідно відображення нового поля в інтерфейсі користувача, то буде необхідно додати його на всіх шарах абстракцій;
* додаткові шари можуть негативно впливати на ефективність. Як правило, на кожному з шарів необхідно трансформувати значення із одного представлення в інше.

## 1.4 Аналіз аналогів

На сьогоднішній день, аналогів які призначені для тих самих цілей що проект та надають подібний функціонал не знайдено. Це пов’язане з тим, що зазначений програмний комплекс поєднує в собі можливості як завантаження та збереження аналітичних даних так і надання програмних інтерфейсів для їх аналізу, тому, в цьому розділі будуть розглянуті найбільш використовувані систем діагностування локомотивів.

### 1.4.1 Характеристика системи «Магістраль-ВЛ11».

### Система діагностики “Магістраль–ВЛ11” є вимірювально обчислювальним комплексом, призначеним для автоматичного контролю параметрів технічного стану систем, вузлів і агрегатів магістрального електровоза постійного струму ВЛ11М/6 і забезпечення відображення процесів управління електровозом при експлуатації і в умовах стаціонарного обслуговування.

Система забезпечує:

* вимір аналогових і дискретних параметрів:
* температури БПТР;
* температури на вході і виході тягових двигунів ;
* температури букс;
* температура навколишнього середовища ;
* положення запобіжників і автоматів захисту в ланцюгах живлення.

Основні технічні дані системи:

* кількість аналогових вимірювальних каналів - 26;
* кількість дискретних вимірювальних каналів - 54;
* частота опитування датчиків (не більше), Гц - 1;
* місткість пам'яті для реєстрації аварійних ситуацій, Мб - 128;
* напруга живлення, В - 50;
* споживана потужність по ланцюгу 50 В (не більше), Вт - 126;
* пусковий струм по ланцюгу 50 В (не більше), А - 15;
* напрацювання на відмову, тис. годин - 6;
* час підготовки системи до роботи, сек - 60.

### 1.4.2 Характеристика системи FIRE

Система FIRE (Functionally Integrated Railroad Electronics), забезпечує контроль технічного стану локомотива в реальному часі та оперативне реагування на отриману інформацію.

Система забезпечує:

* контроль технічного стану локомотиву в реальному часі;
* оперативне реагування на отриману інформацію;
* отримує 800 сигналів з локомотиву, що сигналізують які визначають його технічний стан;
* присутня можливість отримати рекомендацію по швидкому усуненню несправності, якщо це можливо;
* прогнозування подальшого розвитку несправності;
* можливість зберігання архівної інформації, для отримання інформації про стан приладів за більш великий проміжок часу.

### 1.4.3 Характеристика системи "Магістраль" ДЕ1м

Проаналізувавши систему "Магістраль" ДЕ1м були виділені наступні характеристики:

* статистичні данні зчитуються і зберігаються на стаціонарному комп’ютері;
* перегляд даних у зручному форматі;
* статистика відмов вузлів за заданий період часу;
* друк даних у зручному форматі;
* данні по кожному локомотиву зберігаються в окремій базі;
* база даних має не реляційну структуру та представляє собою бінарний файл.

### 1.4.4 Характеристика системи ruDi.

У Германії розроблена система ruDi для контролю і управління парком тягового рухомого складу. Вона забезпечує реєстрацію всіх експлуатаційних даних, технічну діагностику рухомого складу в оперативному режимі і визначає його місцезнаходження в межах європейської мережі. На основі даних, що поступають безперервно, виробляється оцінка міри завантаження, окремо для кожного типа рухомого складу і визначаються терміни його технічного обслуговування. Система дозволяє не лише визначати місцезнаходження рухомого складу в будь який час, але і сприяє оптимізації процесу управління парком рухомого складу і підвищенню якості організації його технічного обслуговування. У зв'язку з цим помітно підвищується надійність і експлуатаційна готовність рухомого складу.

Завдяки модульній компоновці система ruDi має можливість розширення незалежно від виробників рухомого складу, її можна встановлювати на рухомий склад як додаткове устаткування. Експлуатаційним компаніям система ruDi забезпечує оперативний контроль парку рухомого складу, поліпшення планерування поточного вмісту, точну документальну реєстрацію всіх виробничих робіт, а також підтримку при розрахунках експлуатаційних витрат протягом всього терміну життєвого циклу (LCC).

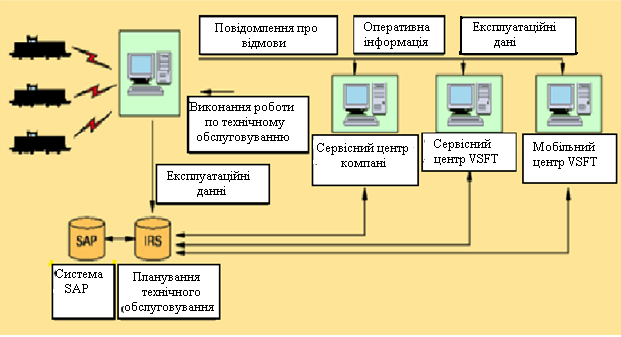


Рисунок 1.1 – Структура інтегрованої системи ruDi/VSMS

VSMS об'єднує в собі систему планування, організації і документальної реєстрації процесів технічного обслуговування тягового рухомого складу, а також системи реєстрації витрат і експлуатаційні показники. На всіх стадіях виготовлення, експлуатації і поточного обслуговування рухомого складу безперервно і в реальному масштабі часу реєструються експлуатаційні показники (години роботи, пробіг, витрата палива і т. д.). Крім того, проводиться аналіз відмов з класифікацією їх по серіях рухомого складу, типах вузлів і компаніях, що виробляють вузли та агрегати.

На основі отриманих даних ведеться автоматизоване планування заходів, щодо технічного обслуговування з визначенням потрібних ресурсів. Ці заходи документально реєструються системою, на основі чого формується «історія» поточного утримання рухомого складу і його вузлів з врахуванням інструкцій, що діють. В результаті доступності документації фахівці сервісних служб в будь-якій точці світу отримують інформацію в оперативному режимі.

З іншого боку, фахівцями сервісної служби виробляється безпосередня і точна реєстрація без використання паперових носіїв всіх проведених заходів щодо технічного обслуговування, а також пов'язаних з ними витрат .

Постійний контроль за витратами на обслуговуючий персонал і матеріальними ресурсами забезпечує їх облік протягом всього терміну служби (витрат LCC). Крім того, зібрані дані дозволяють проводити аналіз показників RAMS (надійність, експлуатаційна готовність, ремонтопридатність, безпека).

Постійна документальна реєстрація відповідних параметрів дозволяє систематично фіксувати всі виникаючі відхилення від нормального стану і аналізувати частоту і причини виникнення несправностей. Аналіз показників LCC і RAMS для різних цілей може проводитися з класифікацією за серією рухомого складу, типові вузла, а також по виробникові або компанії, що експлуатує рухомий склад. Таким чином, всі зібрані дані служать основою як для розрахунку показників LCC і RAMS, так і для розробки системи профілактичного і ремонтного обслуговування рухомого складу, що базується на чіткій інформації.

Важливою складовою частиною планування робіт по поточному утриманню тягового рухомого складу, управління і документування є реєстрація і обробка в реальному часі експлуатаційних характеристик (наприклад, частоти обертання дизелів, температури, тиску). Цю важливу задачу виконує система ruDi у складі VSMS, розробленою компанією Vossloh.

Система управління парком залізничного рухомого складу ruDi забезпечує постійну реєстрацію в реальному масштабі часу відповідних експлуатаційних показників і дозволяє проводити в оперативному режимі технічне діагностування і визначати місцезнаходження рухомого складу на будь – якій мережі.

Вона працює незалежно від встановлених на рухомому складі систем управління і тому не робить впливу на допуск рухомого складу до експлуатації. Проте за допомогою стандартних інтерфейсів, таких, наприклад, як інформаційна шина CAN, дані можуть бути отримані з систем управління і оброблені для здійснення функцій контролю.

За рахунок модульної структури система ruDi володіє високою гнучкістю вживання і може встановлюватися як на новому рухомому складі, так і тому, що експлуатується будь – яких компаніях – виробниках. Ще однією перевагою системи менеджменту рухомого складу ruDi є використання радіозв'язку для передачі даних (таких, наприклад, як сигнали від супутникових систем GSM або GPRS), завдяки чому система є мобільною.

Обробка даних може проводитися за бажанням або самим замовником, або сторонньою фірмою, що надає такі послуги. Якщо експлуатуюче підприємство користується послугами спеціалізованої фірми з обробки даних, то через певні проміжки часу воно отримує актуальну інформацію про свій рухомий склад або може само отримати таку інформацію через Інтернет.

Система ruDi має, наступні стандартні функції:

* дистанційна технічна діагностика;
* реєстрація експлуатаційних показників;
* визначення інтервалів технічного обслуговування;
* документальна реєстрація всіх виконаних робіт по технічному утриманню;
* перевірка технічного стану для сертифікації;
* аналіз витрат;
* визначення місцезнаходження рухомого складу;
* захист від розкрадань;
* визначення коефіцієнта використання рухомого складу.

Система ruDi складається з двох основних частин: мобільного устаткування рухомого складу і стаціонарної центральної інформаційної станції .

Основною складовою частиною устаткування рухомого складу є бортовий комп'ютер з радіо модемом (стандарт GSM/GPRS) і під'єднаним блоком супутникового позиціювання GPS для визначення місцезнаходження рухомого складу. При необхідності устаткування рухомого складу може доповнюватися індивідуальними датчиками.

Бортовий комп'ютер був спеціально розроблений для цих цілей. Завдяки дуже міцній конструкції він щонайкраще проявив себе в умовах залізничної експлуатації. У нього є вісім аналогових і вісім цифрових входів, а також достатній об'єм пам'яті для автономної експлуатації локомотиву без обміну інформацією з диспетчерським пунктом.

Концепція оцінки витрат життєвого циклу (LCC) набула широкого поширення у всіх галузях економіки, у тому числі і на залізничному транспорті. Головною перевагою цієї концепції для користувачів є поліпшення ухвалення рішень про інвестиції і можливість робити вплив на загальні витрати з використанням порівняльного аналізу витрат на придбання нової техніки і додаткових витрат, необхідних для ремонту старої. В даний час у зв'язку з постійним скороченням життєвих циклів продукції концепція LCC стає усе більш актуальною.

Основним завданням розрахунків LCC є завчасне планування, регулювання і контроль успішності життєвого циклу продукції. За допомогою методу LCC витрати і доходи можна аналізувати і прогнозувати вже на стадії розробки з метою регулювання подальших експлуатаційних витрат, ще до початку виробництва. Таким чином, розрахунок по методу LCC надає істотну допомогу при планування і ухваленні рішень, а також може використовуватися для обґрунтування або оцінки вже прийнятих рішень.

Метод LCC є інструментом системи менеджменту витрат, який служить для аналізу і регулювання аспектів економічної ефективності протягом всього життєвого циклу об'єкту від його розробки, реалізації і використання аж до утилізації. Крім того, можуть розроблятися різні моделі LCC з врахуванням особливостей підприємства і специфіки завдань.

На відміну від традиційних методів розрахунку, які відображають витрати і доходи, що виникають лише в період експлуатації об'єкту, в методі LCC враховуються, крім того, витрати передування і подальшого періодів, а також інші, пов'язані з об'єктом, такі, наприклад, як витрати в результаті простою. Таким чином, при складанні балансу враховуються не лише витрати, пов'язані з придбанням і виникаючі при використанні об'єкту. Розробка систем менеджменту витрат, таких, як LCC, не може замінити традиційних методів розрахунку витрат, а швидше служить для розширення їх можливостей.

Період, передуючий часу знаходження об'єкту на ринку, охоплює всі види діяльності, необхідні для його виготовлення. Сюди відносяться, наприклад, витрати на дослідження і розробку, а також витрати, пов'язані з впровадженням виробу (наприклад, презентація на виставці) і адаптацією до умов ринку.

Період, наступний за часом знаходження об'єкту на ринку, включає всі витрати, що виникають після виготовлення і реалізації об'єкту. До них відносяться, наприклад, витрати на гарантійне обслуговування, можливе повернення продукції, а також витрати на поточний вміст.

Так, витрати протягом життєвого циклу залізничного рухомого складу складаються з наступних витрат:

* інвестиційних;
* монтаж і введення в експлуатацію;
* споживання енергоносіїв;
* експлуатаційні та ремонтні витрати;
* компенсаційні в результаті простоїв і відмов;
* екологічні;
* на вивід з експлуатації і утилізацію.

Модель розрахунку витрат по методу LCC, призначена для виробника, детально враховує всі попередні витрати на такі роботи, як планування, дослідження і розробка, конструювання.

Система управління парком рухомого складу ruDi є основною складовою частиною сучасних моделей LCC, призначеною для планування і ухвалення рішень, а також для обґрунтування вже прийнятих рішень. Дані, отримані в системі ruDi, дозволяють аналізувати і регулювати витрати по поточному вмісту рухомого складу протягом всього життєвого циклу. Таким чином, система менеджменту рухомого складу ruDi є основою для розрахунку експлуатаційних витрат і витрат на поточне утримання.

## 1.5 Аналіз розглянутих аналогів

Серед розглянутих аналогів, найбільш функціональним є система FIRE (Functionally Integrated Railroad Electronics). Це пов'язане з орієнтованістю на велику кількість моделей локомотивів.

З іншого боку, система діагностики «Магістраль–ВЛ11» є системою, працездатність якої перевірена часом у локомотивному господарстві Укрзалізниці.

Ні в одному з аналогів не передбачається можливості ручного керування завантаженням даних до сховища, та наявності web-інтерфейсу для аналізу статистичних даних показників локомотивів.

# 2 ЗОВНІШНЄ ТА ЛОГІЧНЕ ПРОЕКТУВАННЯ

## 2.1 Зовнішнє проектування

### 2.1.1 Опис функціональних характеристик

Дана робота призначена для надання програмних інтерфейсів отримання статистичних даних діагностування локомотивів. Виходячи з постановки задачі, приведена характеристика функціональних вимог до програми, що розробляється.

Програмний продукт повинен надавати такі можливості:

* інтеграція з системою діагностики «Магістраль-ВЛ11» та перенесення інформації до реляційної бази даних;
* надання сервісу для отримання локомотивів що присутні у системі;
* надання сервісу для додавання та видалення інформації про локомотиви;
* надання сервісу для отримання датчиків за якими робляться виміри;
* наданні сервісів для доступу до діагностичних даних бортових систем;
* надання сервісів для перегляду стану бази даних.

Вимоги до інтеграції з системою діагностики «Магістраль-ВЛ11»:

* данні з системи «Магістраль-ВЛ11» повинні надаватися у вигляді бінарного файлу;
* данні можуть завантажуватися як одним так і групою файлів;
* якщо при декодуванні файлу виникла помилка при отриманні показника, відповідне значення в базі даних повинно містити значення null.

Список локомотивів повинен мати наступні данні:

* номер локомотиву;
* назву локомотиву.

Сервіс для додавання та видалення інформації про локомотиви повинен:

* видаляти інформацію по обраному локомотиву з бази даних (номер, назва);
* додавати до бази даних інформацію про локомотив(номер, назва).

Сервіс для отримання датчиків повинен повертати наступну інформацію:

* назва датчика;
* опис датчика;
* одиниці вимірювання.

Сервіс з надання діагностичних даних повинен надавати данні за такими критеріями:

* всі статистичні данні що містяться в базі даних;
* всі статистичні данні до заданої дати;
* всі статистичні данні після заданої дати;
* всі статистичні данні за заданий проміжок часу;
* всі статистичні данні до заданої дати для заданого локомотиву;
* всі статистичні данні після заданої дати для заданого локомотиву;
* всі статистичні данні за заданий проміжок часу для заданого локомотиву.

Сервіс для перегляду стану бази даних повинен надавати данні за такими критеріями:

* фізичний розмір бази даних;
* кількість локомотивів;
* кількість датчиків;
* кількість статистичних даних.

### 2.1.2 Формалізація задач

Формалізація задачі на рівні зовнішнього проектування представлена у вигляді діаграми варіантів використання (Use Case Diagram) [5].

Система, що проектується представлена у вигляді декількох діаграм. Таке рішення дозволило відокремити функції та можливості користувачів із різним рівнем привілеїв. Діаграми варіантів використання системи були розділені на діаграму використання для звичайного користувача системи та користувача із правами адміністратора. На діаграмах користувач представлений у вигляді одного актора (Actor), що взаємодіє з системою за допомогою варіантів використання (Use Case). У якості актора виступає користувач системи. На діаграмі використані наступні типи відношень між варіантами використання та актором:

* відношення асоціації – відображає зв’язок між актором та варіантом використання. Відображається лінією зі стрілкою між актором і варіантом використання;
* відношення розширення – варіант використання розширює базову послідовність дій і додає власну, позначається пунктирною стрілкою з поміткою «extend», тобто такий варіант використання є опціональним, що може розширити базовий варіант;
* відношення включення – показує, що варіант використання включається в базову послідовність, позначається пунктирною стрілкою з поміткою «include», тобто є обов’язковою частиною варіанту використання.

Звичайному користувачу доступні такі варіанти використання (рис: 2.1):

* отримання інформації про локомотиви що присутні у системі;
* отримання інформації про вузли за якими робляться виміри;
* отримання діагностичних даних бортових систем;
* отримання діагностичних даних за проміжок часу;
* отримання діагностичних даних відносно локомотиву;
* отримання усіх діагностичних даних;
* отримання інформації про оновлення даних;
* отримання інформації про оновлення даних за проміжок часу;
* отримання інформації про стан бази даних.



Рисунок 2.1 – Діаграма варіантів використання для користувача системи

Для адміністратора системи доступні такі варіанти використання (рис. 2.2):

* керування інформацією про локомотиви;
  + додавання інформації;
  + видалення інформації;
* керування інформацією про користувачів;
  + додавання нового користувача;
  + видалення користувача;
* додавання статистичних даних;
  + шляхом додавання одного файлу з даними;
  + шляхом додавання декількох файлів з даними;



Рисунок 2.2 – Діаграма варіантів використання для адміністратора систему

## 2.2 Аналіз баз даних

Програмний комплекс, що розробляється, буде використовувати базу даних «LocoStatistic», що призначена для збереження інформації про статистичні данні, локомотиви, вузли за якими ведуться виміри, структури файлу що надається системою «Магістраль-ВЛ11», структуру запису в файлі та інформацію про користувачів.

### 2.2.1 Аналіз системи керування базами даних

У якості серверу баз даних було обрано MySQL – вільно розповсюджувану систему керування реляційними базами даних з відкритим кодом. Це зумовлено підтримкою великої кількості платформ на яких може працювати сервер, його технічними характеристиками та ціною.

MySQL – компактний багатопоточний сервер баз. Характеризується великою швидкістю, стійкістю і простотою використання.

Можливості сервера MySQL:

* простота у встановленні та використанні;
* підтримується необмежена кількість користувачів, що одночасно працюють із БД;
* кількість рядків у таблицях може досягати 50 млн;
* висока швидкість виконання команд;
* наявність простої і ефективної системи безпеки.

MySQL вважається гарним рішенням для малих і середніх застосувань. Сирцеві коди сервера компілюються на багатьох платформах. Найповніше можливості сервера виявляються в UNIX-системах, де є підтримка багатопоточності, що підвищує продуктивність системи в цілому.

### 2.2.2 Сутності та їх представлення в базі даних

Для отримання статистичних даних були розроблені наступні сутності:

* структура файлу (FILE\_STRUCTURE\_INFO) – опис структури файлу: індекс початку записів у файлі, довжина запису, тип файлу;
* структура запису (RECORD\_STRUCTURE\_INFO) – опис структури запису, включає назву вузла що закодовано, індекс у записі, коефіцієнт, регламентує зв'язок між структурою файлу та структурою запису.

Для зберігання статистичних даних були розроблені наступні сутності:

* датчик (SENSOR) – інформація про датчики за якими ведеться вимір статистичної інформації, включає назву, опис, одиниці вимірювання, група до якої належить датчик;
* локомотив (LOCO) – інформація про локомотив: номер та назва;
* данні по локомотиву (LOCO\_DATA) – статистичні данні, включає дату та час коли були додані данні та показники датчиків, регламентує зв'язок з локомотивом.

Для збереження інформації про користувачів системи були розроблені наступні сутності:

* користувач (USER) – зберігає логін, пароль, ім'я та роль користувача у системі.

Для запобігання повторного завантаження файлу, та дублювання даних були розроблені наступні сутності:

* інформація про файл (FILE\_INFO) – зберігає інформацію про файл що було завантажено до системи, містить назву, розмір та дату та час завантаження.

### 2.2.3 ER-модель бази даних

Під час первинного проектування моделі бази даних, за спроектованими сутностями, для формалізації зв'язків між ними було побудовано ER-моделі бази даних.

ER-модель (Entity Relation, зв'язок між сутностями)[6] бази даних – модель даних, яка дозволяє описувати концептуальні схеми за допомогою узагальнених конструкцій блоків. ER-модель - це мета-модель даних, тобто засіб опису моделей даних.

Нижче наведена ER-модель бази «LocoStatistic» наступних сутностей:

* + зберігання статистичної інформації (рис. 2.3);
* отримання статистичної інформації (рис. 2.4);
* зберігання інформації про користувачів (рис. 2.5);
* запобігання повторного завантаження файлу (рис. 2.6).



Рисунок 2.3 – ER модель бази LocoStatistic сутностей зберігання статистичної інформації



Рисунок 2.4 – ER модель бази LocoStatistic сутностей отримання статистичної інформації



Рисунок 2.5 – ER модель бази LocoStatistic сутностей зберігання інформації про користувачів



Рисунок 2.6 – ER модель бази LocoStatistic сутностей запобігання повторного завантаження файлу

### 2.2.4 Аналіз фізичного проекту бази даних

Для того щоб забезпечити збереження спроектованих сутностей в базі даних, необхідно виконати побудову фізичної моделі даних на основі логічних сутностей. На відміну від логічної моделі, яка складається з сутностей, фізична модель враховує особливості розміщення даних в реляційній базі даних.

Нижче наведені таблиці бази даних «LocoStatistic» (таблиці 2.1-2.7) з переліком полів та їх типів.

Таблиця 2.1 – Характеристика таблиці LOCO

|  |  |
| --- | --- |
| LOCO | |
| Назва поля | Тип |
| ID | char(20) |
| TITLE\_LOCO | varchar(512) |

Таблиця 2.2 – Характеристика таблиці SENSOR

|  |  |
| --- | --- |
| SENSOR | |
| Назва поля | Тип |
| NAME | char(50) |
| DESCRIPTION | varchar(1024) |
| UNIT\_OF\_MEASURE | varchar(10) |
| UNIT\_NAME | varchar(10) |

Таблиця 2.3 – Характеристика таблиці LOCO\_DATA

|  |  |
| --- | --- |
| LOCO\_DATA | |
| Назва поля | Тип |
| ID\_LOCO\_DATA | long |
| ID\_LOCO | char(10) |
| RECORD\_TIME\_LOCO\_DATA | timestamp |
| NAPR\_ACCUM\_BATR\_SEC\_A | tinyint |
| NAPR\_ACCUM\_BATR\_SEC\_B | tinyint |
| TOK\_ACCUM\_BATR\_SEC\_A | tinyint |
| TOK\_ACCUM\_BATR\_SEC\_B | tinyint |
| TOK\_VOZ\_TED\_SEC\_A | smallint |
| TOK\_VOZ\_TED\_SEC\_B | smallint |
| TOK\_YAK\_TED12\_SEC\_A | smallint |
| TOK\_YAK\_TED12\_SEC\_B | smallint |
| TOK\_YAK\_TED34\_SEC\_A | smallint |
| TOK\_YAK\_TED34\_SEC\_B | smallint |

Продовження таблиці 2.3

|  |  |
| --- | --- |
| LOCO\_DATA | |
| Назва поля | Тип |
| NAPR\_CONT\_SET\_SEC\_A | smallint |
| NAPR\_CONT\_SET\_SEC\_B | smallint |
| TEMPR\_BUKS1\_STOR\_MASH\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_BUKS1\_STOR\_POM\_MASH\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_BUKS2\_STOR\_MASH\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_BUKS2\_STOR\_POM\_MASH\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_BUKS3\_STOR\_MASH\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_BUKS3\_STOR\_POM\_MASH\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_BUKS4\_STOR\_MASH\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_BUKS4\_STOR\_POM\_MASH\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_BUKS4\_STOR\_POM\_MASH\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_BUKS4\_STOR\_MASH\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_BUKS3\_STOR\_POM\_MASH\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_BUKS3\_STOR\_MASH\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_BUKS2\_STOR\_POM\_MASH\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_BUKS2\_STOR\_MASH\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_BUKS1\_STOR\_POM\_MASH\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_BUKS1\_STOR\_MASH\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_VHOD\_TED\_SEC\_A1 | tinyint |
| TEMPR\_VHOD\_TED\_SEC\_A2 | tinyint |
| TEMPR\_VHOD\_TED\_SEC\_B1 | tinyint |
| TEMPR\_VHOD\_TED\_SEC\_B2 | tinyint |
| TEMPR\_VIHOD\_TED1\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_VIHOD\_TED2\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_VIHOD\_TED3\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_VIHOD\_TED4\_SEC\_A | tinyint |
| TEMPR\_VIHOD\_TED1\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_VIHOD\_TED2\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_VIHOD\_TED3\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_VIHOD\_TED4\_SEC\_B | tinyint |
| TEMPR\_BPTR1\_SEC\_A | smallint |
| TEMPR\_BPTR2\_SEC\_A | smallint |
| TEMPR\_BPTR1\_SEC\_B | smallint |
| TEMPR\_BPTR2\_SEC\_B | smallint |

Таблиця 2.4 – Характеристика таблиці FILE\_INFO

|  |  |
| --- | --- |
| FILE\_INFO | |
| Назва поля | Тип |
| FILE\_NAME | varchar(50) |
| FILE\_SIZE | integer |
| LOADING\_DATE | timestamp |

Таблиця 2.5 – Характеристика таблиці FILE\_STRUCTURE\_INFO

|  |  |
| --- | --- |
| FILE\_STRUCTURE\_INFO | |
| Назва поля | Тип |
| ID | long |
| RECORD\_START\_INDEX | smallint |
| RECORD\_LENGTH | smallint |
| TYPE | varchar(10) |

Таблиця 2.6 – Характеристика таблиці RECORD\_STRUCTURE\_INFO

|  |  |
| --- | --- |
| RECORD\_STRUCTURE\_INFO | |
| Назва поля | Тип |
| NAME | char(50) |
| INDEX | smallint |
| DELTA | numeric(9,6) |
| FSI\_TYPE | varchar(10) |

Таблиця 2.7 – Характеристика таблиці USER

|  |  |
| --- | --- |
| USER | |
| Назва поля | Тип |
| LOGIN | char(20) |
| PASSWORD | char(32) |
| NAME | char(100) |
| ROLE | char(20) |

### 2.2.4 Нормалізація бази даних

Після проектування бази даних було виконаю етап її нормалізації за трьома нормальними формами:

* Перша нормальна форма:
* кожна таблиця повинна мати основний ключ: мінімальний набір колонок, які ідентифікують запис;
* уникнення повторень груп (категорії даних, що можуть зустрічатись різну кількість разів в різних записах) правильно визначаючи не ключові атрибути;
* атомарність: кожен атрибут повинен мати лише одне значення, а не множину значень;
* Друга нормальна форма:
* схема бази даних повинна відповідати вимогам першої нормальної форми;
* дані, що повторно з'являються в декількох рядках виносяться в окремі таблиці;
* Третя нормальна форма:
* схема бази даних повинна відповідати всім вимогам другої нормальної форми;
* будь-яке поле, що залежить від основного ключа та від будь-якого іншого поля, має виноситись в окрему таблицю.

Для забезпечення 1НФ для таблиці SENSOR поле INFO було розділене на 2 окремі поля DESCRIPTION та UNIT\_OF\_MEASURE (див. рис. 2.6).



Рисунок 2.7 – Зміни в моделі для забезпечення НФ 1

Для того, щоб база даних відповідала (2НФ) інформацію про локомотив до якого відносяться статистичні данні було винесено до таблиці LOCO (рис. 2.7).



Рисунок 2.8 – Зміни в моделі для забезпечення НФ 2

# 3 ВНУТРІШНЄ ПРОЕКТУВАННЯ

## 3.1 Вибір парадигми програмування

Парадигма програмування визначає те, як програміст розглядає роботу програми. Наприклад, в об'єктно-орієнтованому програмуванні програміст розглядає програму як множину взаємодіючих об'єктів, в той час як у функціональному програмуванні програму можна представити як послідовність обчислення функцій без станів.

Парадигми програмування відображають різні аспекти діяльності програмістів по розробці програм. Одні парадигми розвиваються незалежно, інші з'являються в результаті поєднання різних концептуальних ідей. На сьогоднішній час існує велика кількість парадигм, серед яких можна виділити чотири парадигми, які відіграють основну роль у всіх напрямках і стилях сучасного програмування і називаються основними. Це – процедурна, функціональна, алгебраїчна і логічна. Вони відрізняються допустимими засобами представлення даних і алгоритмів у програмах, моделями обчислень, і в поєднанні з іншими ідеями, використовуються для утворення всієї множини парадигм.

Парадигма програмування в одних випадках «природно» визначається самою задачею, наприклад, об'єктно-орієнтований підхід при створенні пакетів графічних програм, в інших – її вибір може бути не таким очевидним і потребує значної роботи щодо обґрунтування.

Задача з розробки модулю інтеграції даних систем аналізу показників бортових систем діагностування локомотивів що поставлена в рамках дипломного проекту відноситься до задач що добре вкладається в концепцію об’єктно-орієнтованого програмування.

Об'єктно-орієнтоване програмування – одна з парадигм програмування, яка розглядає програму як множину «об'єктів», що взаємодіють між собою. Основу ООП складають три основні концепції: інкапсуляція, успадкування та поліморфізм. Одною з переваг ООП є краща модульність програмного забезпечення (тисячу функцій процедурної мови, в ООП можна замінити кількома десятками класів із своїми методами). Сьогодні багато мов програмування або підтримують ООП або ж є цілком об'єктно-орієнтованими. В даний час кількість прикладних мов програмування, що реалізують об'єктно – орієнтовану парадигму, є найбільшим по відношенню до інших парадигм.

На відміну від традиційних поглядів, коли програму розглядали як набір підпрограм, або як перелік інструкцій комп'ютеру, ООП програми можна вважати сукупністю об'єктів. Відповідно до парадигми об'єктно-орієнтованого програмування, кожний об'єкт здатний отримувати повідомлення, обробляти дані, та надсилати повідомлення іншим об'єктам. Кожен об'єкт – своєрідний незалежний автомат з окремим призначенням та відповідальністю.

Основні переваги ООП для практичного програмування наступні[7]:

* наявність добре узгодженої мови проектування;
* наявність якісного середовища проектування;
* можливість керування якістю об‘єктно-орієнтованого проекту;
* можливість розробляти великі програмні проекти, розбиваючи великі задачі на невеликі, незалежні і легко доступні до огляду частини, що дозволяє залучати до розробки велику кількість виконавців;
* широкі можливості з повторного використання коду (більш спеціалізовані функції можуть бути написані за рахунок додавання частин, що роблять їх унікальними; загальна частина успадковується).

Об’єктно-орієнтований підхід дозволяє використати ORM(Object-relational mapping, Об'єктно-реляційна проекція) підхід до організації роботи із БД, що підвищує швидкість розробки, та зрозумілість реалізації, через те, що програмна модель оперує сутностями що зберігає модель збереження.

Також ООП надає можливість використовувати компонентно-орієнтований підхід до архітектури додатку, що дозволяє розділити програму на повністю незалежні модулі, комунікація між якими виконується лише через інтерфейси[8], для зменшення зв’язності кодової бази та простоти внесення змін.

### 3.2. Вибір архітектури програмування

Архітектура «Клієнт-сервер» (рис. 3.1).

Є одним із архітектурних шаблонів програмного забезпечення та є домінуючою концепцією у створенні розподілених мережних застосунків і передбачає взаємодію та обмін даними між ними. Вона передбачає такі основні компоненти:

* набір серверів, які надають інформацію або інші послуги програмам, які звертаються до них;
* набір клієнтів, які використовують сервіси, що надаються серверами;
* мережа, яка забезпечує взаємодію між клієнтами та серверами.

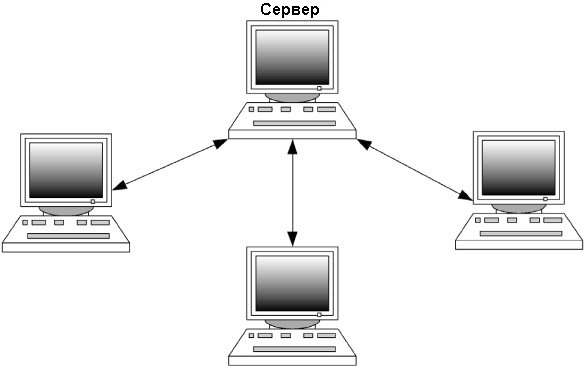


Рисунок 3.1 - Архітектура «Клієнт-сервер»

Трирівнева клієнт-серверна архітектура передбачає відділення прикладного рівня від управління даними. Відокремлюється окремий програмний рівень, на якому зосереджується прикладна логіка [застосунку](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%BD%D0%BE%D0%BA). Програми проміжного рівня можуть функціювати під управлінням спеціальних серверів [застосунків](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%97%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%BD%D0%BE%D0%BA), але запуск таких програм може здійснюватися і під управлінням звичайного веб-сервера. Нарешті, управління даними здійснюється сервером даних.

Для роботи з системою користувач використовує стандартне програмне забезпечення — звичайний браузер. Це позбавляє його необхідності завантажувати та інсталювати спеціальні програми (хоча інколи така необхідність все-таки виникає). Але користувачеві слід надати в розпорядженні інтерфейс, який дозволяв би йому взаємодіяти з системою і формувати запити до неї. Форми, що визначають цей інтерфейс, розміщуються на веб-сторінках та завантажуються разом з ними.

Веб-оглядач формує запит та пересилає його до сервера, який здійснює обробку. При необхідності сервер викликає серверні програмні модулі, які забезпечують обробку запиту і в разі потреби звертаються до сервера даних. Сервер даних здійснює операції з даними, що зберігаються в системі та складають її інформаційну основу. Зокрема, він може здійснити вибірку з інформаційної бази відповідно до запиту та передати її модулю проміжного рівня для подальшої обробки. Дані, з якими працює сервер даних, найчастіше організовані як реляційна база даних.

Найчастіше [веб-сервер](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B5%D0%B1-%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80) і серверні [модулі](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BB%D1%8C) проміжного рівня розміщуються на одному комп'ютері, хоч і являють собою окремі і логічно незалежні програмні модулі. [9].

Архітектура «Файл-сервер» (рис. 3.2).

Тут функціонують два компоненти: це файл-сервер і робоча станція. Файл-сервер і станція працюють на різних комп'ютерах, які з'єднані між собою мережею. Запити до сервера формуються на рівні доступу до файлів.



Рисунок 3.2 - Архітектура «Файл-сервер»

Недоліком даної системи є те, що дані обробляються на станціях, і зберігаються на сервері. Це тягне за собою велике навантаження на мережу і зниження продуктивності всієї системи. Крім того, проблеми одночасного доступу до даних, підтримки цілісності та узгодженості даних вирішуються копіями додатків на робочих станціях, тобто децентралізовано, що загрожує конфліктами і труднощами в їх вирішенні.

Для реалізації «Менеджеру статистики локомотивів» було обрано архітектуру «Клієнт-сервер» із-за наступних переваг:

* робить можливим, в більшості випадків, розподіл функцій обчислювальної системи між декількома незалежними комп'ютерами в мережі. Це дозволяє спростити обслуговування обчислювальної системи. Зокрема, заміна, ремонт, модернізація або переміщення сервера не зачіпають клієнтів.
* всі дані зберігаються на сервері, який, як правило, захищений набагато краще ніж у більшості клієнтів. На сервері простіше забезпечити контроль повноважень, щоб вирішувати доступ до даних тільки клієнтам з відповідними правами доступу.

## 3.3 Проектування програмних інтерфейсів

Розроблюваний комплекс відноситься до класу додатків, що надають зовнішньому програмному забезпеченню інтерфейси за якими воно зможе взаємодіяти із програмним комплексом.

Інтерфейс взаємодії «додаток-додаток» називається API (application programming interface, прикладний програмний інтерфейс).

API – набір визначень взаємодії різнотипного програмного забезпечення. API – це зазвичай метод абстракції між низькорівневим та високорівневим програмним забезпеченням.

API визначає функціональність, яку надає програма (модуль, бібліотека), при цьому інтерфейс API дозволяє абстрагуватися від того, як саме ця функціональність реалізована.

Одним з найпоширеніших призначень API є надання набору широко використовуваних функцій, наприклад для малювання вікна чи іконок на екрані. Програмісти використовують переваги API у функціональності, таким чином їм не доводиться розробляти все з нуля. API є абстрактним поняттям – програмне забезпечення, що пропонує деякий API, часто називають реалізацією даного API. У багатьох випадках API є частиною набору розробки програмного забезпечення, водночас, набір розробки може включати як API, так і інші інструменти/апаратне забезпечення, отже ці два терміни не є взаємозамінювані.

При проектуванні мережевого API необхідно вирішити 2 проблеми: метод передачі даних, та протокол взаємодії.

При прийнятті рішення про вибір механізму мережевого транспорту було проаналізовано декілька підходів до реалізації мережевої взаємодії між компонентами. Деякі з них:

* COM RPC – видалений виклик процедур в межах COM-компонентів;
* CORBA – інтерфейс взаємодії розподілених систем, що написані різними мовами та працюють у різних вузлах мережі;
* .NET Remoting/Java RMI – інтерфейси мережевої передачі об'єктів для платформ .NET та Java;
* веб-сервіси;
* мережеві сокети.

Із існуючих підходів, на даний момент найзручнішим є використання веб-сервісів, через наявність готових засобів для роботи із трафіком що передається за протоколом HTTP. Використання протоколу HTTP дозволяє використати із розробленим додатком вже існуючі засоби для моніторингу, маршрутизації та забезпечення відмовостійкості, що використовуються для звичайних веб сайтів. Також використання веб-технологій дозволяє використовувати протокол HTTPS (HyperText Transfer Protocol Secure, безпечний протокол передачі гіпертексту), що надає можливість для захисту трафіку засобами шифрування.

Іншою причиною для використання HTTP є те, що він не обмежує користувача мовою програмування – клієнти для роботи із HTTP існують для усіх більш-менш розповсюджених мов програмування.

Існує декілька протоколів для реалізації веб-сервісів:

* XML-RPC – використовує XML для кодування своїх повідомлень і HTTP в якості транспортного механізму. Всі посилання ідуть на один URI, запит кодує ім’я процедури та параметри;
* SOAP – протокол обміну структурованими повідомленнями в розподіленої обчислювальної середовищі. Всі посилання ідуть на один URI, запит кодує ім’я процедури та параметри, формат виклику є стандартизованим, та описується WSDL-схемою;
* REST – REpresentive State Transfer (передача стану представлення). Метод за яким URI повністю кодує команду, а дані запиту лише зберігають корисну інформацію для команди.

Реалізація протоколу за архітектурою REST є найбільш зручною для кінцевого користувача, тому що URI ресурсів однозначно ідентифікують запит, та спрощують роботу із сервісом. Іншою перевагою REST є «природня» інтеграція із об'єктно-орієнтованою парадигмою програмування що обрана для реалізації програмного комплексу.

Таким чином, програмний комплекс буде надавати список ресурсів за яким користувачі сервісу зможуть взаємодіяти за допомогою звичайних HTTP-запитів, уточнюючи тип запиту за допомогою HTTP-методів, та передаваючи сервісу однотипні об'єкти.

Для сучасних веб технологій, найбільш характерним для передачі даних є формати XML та JSON.

XML – запропонований консорціумом World Wide Web (W3C) стандарт побудови мов розмітки ієрархічно структурованих даних для обміну між різними застосунками. Є спрощеною підмножиною мови розмітки SGML. XML документ складається із текстових знаків, і придатний до читання людиною.

Стандарт XML визначає набір базових лексичних та синтаксичних правил для побудови мови описання інформації шляхом застосування простих тегів. Цей формат достатньо гнучкий для того, аби бути придатним для застосування в різних галузях. Запропонований стандарт визначає метамову, на основі якої, шляхом запровадження обмежень на структуру та зміст документів визначаються специфічні, предметно-орієнтовані мови розмітки даних. Ці обмеження описуються мовами схем, таких як XML Schema (XSD), DTD або RELAX NG.

JSON це легкий формат обміну даними. JSON базується на тексті, і може бути з легкістю прочитаним людиною. Формат дозволяє описувати об'єкти та інші структури даних. Цей формат головним чином використовується для передачі структурованої інформації через мережу. Його головне призначення у написанні веб-програм, а саме при використанні технології AJAX. JSON виступає як заміна XML під час асинхронної передачі структурованої інформації між клієнтом та сервером. При цьому перевагою JSON перед XML є те, що він дозволяє складні структури в атрибутах та займає менше місця.

За рахунок своєї лаконічності в порівнянні з XML, формат JSON було обрано форматом повідомлень при роботі модулю.

### 3.3.1 Проектування RESTful протоколу

REST (Representational state transfer) - це стиль архітектури програмного забезпечення для розподілених систем, таких як World Wide Web, який, як правило, використовується для побудови веб-служб. Системи, що підтримують REST, називаються RESTful-системами.

У загальному випадку REST є дуже простим інтерфейсом управління інформацією без використання якихось додаткових внутрішніх прошарків. Кожна одиниця інформації однозначно визначається глобальним ідентифікатором, таким як URL. Кожна URL в свою чергу має строго заданий формат.

Відсутність додаткових внутрішніх прошарків означає передачу даних в тому ж вигляді, що й самі дані.

Кожна одиниця інформації однозначно визначається URL - це означає, що URL по суті є первинним ключем для одиниці даних. Тобто наприклад третя книга з книжкової полиці буде мати вигляд / book / 3, а 35 сторінка в цій книзі - / book/3/page/35. Звідси і виходить строго заданий формат. Причому абсолютно не має значення, в якому форматі знаходяться - це може бути і HTML, і відсканована копія у вигляді jpeg-файлу, і документ Microsoft Word.

Як відбувається управління інформацією сервісу - цілком і повністю ґрунтується на протоколі передачі даних. Найбільш поширеним протоколом є HTTP. Для HTTP дія над даними здійснюється за допомогою методів: GET (отримати), PUT (додати, замінити), POST (додати, змінити, видалити), DELETE (видалити). Таким чином, дії CRUD (Create-Read-Updtae-Delete) можуть виконуватися як з усіма 4-ма методами, так і лише за допомогою GET і POST.

Як видно, REST архітектура є дуже простою у плані використання. По запиту що надійшов відразу можна визначити, що він робить, не розбираючись в форматах (на відміну від SOAP, XML-RPC). Дані передаються без застосування додаткових шарів, тому REST вважається менш ресурсоємним, оскільки не треба розбирати запит щоб зрозуміти що він повинен зробити і не треба переводити дані з одного формату в іншій.

Таблиця 3.1 – Призначення веб-методів в REST

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Метод | Ресурс | Тіло запиту | Призначення |
| GET | /resources | - | отримання всіх існуючих ресурсів |
| GET | /resources/1 | - | отримання ресурсу з ідентифікатором «1» |
| PUT | /resources | ресурс | створення нового ресурсу |
| POST | /resources/1 | ресурс | оновлення значення ресурсу «1» |
| DELETE | /resources/1 | - | видалення ресурсу з ідентифікатором «1» |

Для ідентифікації вхідного формату запиту буде використовуватися HTTP-заголовок «Content-Type», що є стандартним заголовком HTTP:

* для JSON: application/json.

Важливою частиною протоколу є обробка помилок. Формат відповіді про помилку має бути стандартизованим, та не залежати від запиту.

## 3.4 Проектування архітектури системи

Для первинної класифікації був обраний метод оснований на неформальному описі програми – метод CRC-карток [10]. CRC-картки містять наступну інформацію:

* базовий клас;
* похідні класи;
* відповідальність класу;
* зв’язки з іншими класами.

У якості зв’язків показані класи, які використовуються описаним класом.

Були розроблені CRC-картки для класів програми (табл. 3.2 – 3.35).

Таблиця 3.2 – CRC-картка для класу AboutController

|  |  |
| --- | --- |
| AboutController | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Обробка запитів щодо інформації про розробників |  |

Таблиця 3.3 – CRC-картка для класу DashboardController

|  |  |
| --- | --- |
| DashboardController | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Обробка запитів до вузлів |  |

Таблиця 3.4 – CRC-картка для класу DataManagmentController

|  |  |
| --- | --- |
| DataManagmentController | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Обробка запитів до статистичних даних | LocomotiveService, SensorService |

Таблиця 3.5 – CRC-картка для класу DbInfoController

|  |  |
| --- | --- |
| DbInfoController | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Обробка запитів про стан бази даних | LocomotiveService, StatisticService |

Таблиця 3.6 – CRC-картка для класу DownloadDataController

|  |  |
| --- | --- |
| DownloadDataController | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Обробка запитів щодо завантаження даних до системи | LocomotiveService, FileStructureInfoDao,  DataLoadingService, FileCheckInService |

Таблиця 3.7 – CRC-картка для класу LocomotiveController

|  |  |
| --- | --- |
| LocomotiveController | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Обробка запитів до локомотивів | LocomotiveService |

Таблиця 3.8 – CRC-картка для класу UsersController

|  |  |
| --- | --- |
| UsersController | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Обробка запитів до користувачів | UserAuthManager |

Таблиця 3.9 – CRC-картка для класу UserManagerController

|  |  |
| --- | --- |
| UserManagerController | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Обробка запитів щодо керування користувачами | UserAuthManager |

Таблиця 3.10 – CRC-картка для класу CustomAuthenticationProvider

|  |  |
| --- | --- |
| CustomAuthenticationProvider | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Аунтефікація користувача | UserAuthManager |

Таблиця 3.11 – CRC-картка для класу DataLoadingServiceImpl

|  |  |
| --- | --- |
| DataLoadingServiceImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Дешифрування файлу з даними | FileStructureInfoDao, RecordStructureInfoDao |

Таблиця 3.12 – CRC-картка для класу FileCheckInServiceImpl

|  |  |
| --- | --- |
| FileCheckInServiceImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Перевірка на повторне завантаження даних | FileInfoDao |

Таблиця 3.13 – CRC-картка для класу LocomotiveServiceImpl

|  |  |
| --- | --- |
| LocomotiveServiceImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Робота з керування даними про локомотиви | LocomotiveDao |

Таблиця 3.14 – CRC-картка для класу SensorServiceImpl

|  |  |
| --- | --- |
| SensorServiceImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Робота з керування даними про датчики | SensorDao |

Таблиця 3.15 – CRC-картка для класу StatisticServiceImpl

|  |  |
| --- | --- |
| StatisticServiceImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Робота з керування статистичними даними | DataDao, LocomotiveService |

Таблиця 3.16 – CRC-картка для класу UserAuthManagerImpl

|  |  |
| --- | --- |
| UserAuthManagerImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Автентифікація користувача |  |

Таблиця 3.17 – CRC-картка для класу DataDaoImpl

|  |  |
| --- | --- |
| DataDaoImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| JdbcDaoSupport | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Отримання та збереження статистичних даних з бази даних |  |

Таблиця 3.18 – CRC-картка для класу FileInfoDaoImpl

|  |  |
| --- | --- |
| FileInfoDaoImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| JdbcDaoSupport | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Збереження та отримання інформації про файл з даними з бази даних |  |

Таблиця 3.19 – CRC-картка для класу FileStructureInfoDaoImpl

|  |  |
| --- | --- |
| FileStructureInfoDaoImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| JdbcDaoSupport | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Отримання інформації про структуру файлу з даними |  |

Таблиця 3.20 – CRC-картка для класу RecordStructureInfoDaoImpl

|  |  |
| --- | --- |
| RecordStructureInfoDaoImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| JdbcDaoSupport | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Отримання інформації про структуру запису у файлі з даними |  |

Таблиця 3.21 – CRC-картка для класу SensorDaoImpl

|  |  |
| --- | --- |
| SensorDaoImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| JdbcDaoSupport | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Зберігання та отримання інформації про датчики за бази даних |  |

Таблиця 3.22 – CRC-картка для класу UserDaoImpl

|  |  |
| --- | --- |
| UserDaoImpl | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| JdbcDaoSupport | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Редагування інформації  про користувача в базі даних |  |

Таблиця 3.23 – CRC-картка для класу FileInfo

|  |  |
| --- | --- |
| FileInfo | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Сутність що представляє таблицю в базі даних |  |

Таблиця 3.24 – CRC-картка для класу FileStructureInfo

|  |  |
| --- | --- |
| FileStructureInfo | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Сутність що представляє таблицю в базі даних |  |

Таблиця 3.25 – CRC-картка для класу LocoDataEntity

|  |  |
| --- | --- |
| LocoDataEntity | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Сутність що представляє таблицю в базі даних |  |

Таблиця 3.26 – CRC-картка для класу LocoEntity

|  |  |
| --- | --- |
| LocoEntity | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Сутність що представляє таблицю в базі даних | StorageManager, ContentPersister |

Таблиця 3.27 – CRC-картка для класу RecordStructureInfo

|  |  |
| --- | --- |
| RecordStructureInfo | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Сутність що представляє таблицю в базі даних |  |

Таблиця 3.28 – CRC-картка для класу SensorEntity

|  |  |
| --- | --- |
| SensorEntity | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Сутність що представляє таблицю в базі даних |  |

Таблиця 3.29 – CRC-картка для класу UserEntity

|  |  |
| --- | --- |
| UserEntity | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| - | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Сутність що представляє таблицю в базі даних | AuthenticationBean |

Таблиця 3.30 – CRC-картка для класу CustomException

|  |  |
| --- | --- |
| CustomException | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| Exception | DataAccessException, ValidationException |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Базовий клас для помилок |  |

Таблиця 3.31 – CRC-картка для класу DataAccessException

|  |  |
| --- | --- |
| DataAccessException | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| CustomException | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Описує помилку при доступі до даних |  |

Таблиця 3.35 – CRC-картка для класу ValidationException

|  |  |
| --- | --- |
| ValidationException | |
| Базовий класс | Похідні класи |
| CustomException | - |
| Відповідальність | Зв’язки |
| Описує помилку при перевірці даних |  |

За первинною класифікацією розробляється діаграма класів (Class Diagram)[11]. Діаграма класів — статичне представлення структури моделі. Відображає статичні (декларативні) елементи, такі як: класи, типи даних, їх зміст та відношення. Діаграма класів, також, може містити позначення для пакетів та може містити позначення для вкладених пакетів. Також, діаграма класів може містити позначення деяких елементів поведінки, однак їх динаміка розкривається в інших типах діаграм.

При проектуванні діаграми класів програми (рис. 3.3) були використані наступні шаблони проектування [12]:

* MVC - шаблон поділяє роботу веб-додатку на три окремі функціональні ролі: модель даних (model), користувальницький інтерфейс (view) і керуючу логіку (controller). Таким чином, зміни, що вносяться в один з компонентів, надають мінімально можливий вплив на інші компоненти. Шаблон був застосований при проектуванні програмного інтерфейсу додатку, а саме – контролерів веб-запитів(DashboardController, DataManagmentController та інші), що не залежать від механізму доставки запитів та їх формату;
* шаблон Interface – визначає список операцій що повинен забезпечити деякий об'єкт, без визначення реалізації. Шаблон дозволяє просто виконувати заміну компонентів системи, без потреби в модифікації алгоритмів в різних частинах системи. Також є актуальним при виконання модульних тестів за допомогою об'єктів заглушок. Даний шаблон використано для реалізації класів сервісного шару: DataLoadingService, FileCheckInService, LocomotiveService та інші абстрагувавши контролери від їх реалізації;
* шаблон Dependency Injection (впровадження залежності) – підхід до організації взаємодії компонентів, що дозволяє розділити процес використання компонентів, від процесу їх отримання. При такому підході, задача конфігурації компонентів покладається на зовнішнє керуюче середовище (у випадку проектованого проекту – Spring Framework IOC Container), що забезпечує передачу реалізацій компонентів від яких залежить система. Шаблон використовується в усіх шарах додатку;
* шаблон Service Layer [13] – визначає для програми кордон і набір допустимих операцій з точки зору взаємодіючих з ним клієнтських. Він інкапсулює бізнес-логіку програми, керуючи транзакціями і керуючи відповідями в реалізації цих операцій. Даний шаблон використано для реалізації класів сервісного шару: SensorServiceImpl, StatisticServiceImpl та інших. Його використання довзолило відділити бізнес-логіку від механізму збередення даних від класів що відповідають за збереження даних. Таке рішення дозволило зменшити функціональну зв'язність між вузлами, та зробити додаток більш модульним, що позитивно вплило на функціональну зв’язність компонентів;
* шаблон Data Access Object (DAO) реалізує необхідний для роботи з джерелом даних механізм доступу. Джерелом даних може бути сховище (наприклад, RDBMS), зовнішня служба (наприклад, B2B-біржа) або бізнес-служба. Використання DAO бізнес-компоненти зводиться до використання інтерфейсу, наданим об'єктом DAO своїм клієнтам. DAO повністю приховує деталі реалізації джерела даних від клієнтів. Оскільки при змінах реалізації джерела даних представляється DAO інтерфейс не змінюється, цей шаблон дає можливість DAO приймати різні схеми сховищ без впливу на клієнти або бізнес-компоненти. По суті, DAO виконує функцію адаптера між компонентом і джерелом даних. Даний шаблон використано для реалізації класів шару роботи зі сховищем даних (DataDaoImpl, LocomotiveDaoImpl ті інших);
* шаблон Data Transfer Object [14] (DTO). При роботі з віддаленим інтерфейсом, таким як, наприклад, Remote Facade, кожен запит до нього досить витратний. У результаті, доводиться зменшувати кількість викликів, що означає необхідність передачі більшої кількості даних за один виклик. Щоб реалізувати це, як варіант, можна використовувати безліч параметрів. Однак, при цьому найчастіше код виходить незграбним і незручним. Також це часто неможливо в таких мовах, як Java, які повертають лише одне значення. Рішенням тут є патерн Data Transfer Object, який може зберігати всю необхідну для виклику інформацію. Він повинен бути серіалізуемим для зручної передачі по мережі. Зазвичай використовується об'єкт-складальник для передачі даних між DTO та об'єктами у додатку.



Рисунок 3.3 – Діаграма класів додатку

## 3.5 Проектування динаміки системи

Для кожного варіанту використання можна побудувати діаграму кооперації (Collaboration Diagram). Даний тип діаграми дозволяє визначити які об‘єкти, як (за допомогою яких методів) і в якій послідовності взаємодіють для виконання якогось сценарію поведінки системи.

Для проектування послідовності дій була розроблена діаграма кооперації (рис. 3.4), що відображає послідовність взаємодії компонентів системи при додаванні інформації про локомотив до системи. У взаємодії приймають участь наступні компоненти:

* контролер запитів на роботу з даними (DataManagmentController);
* сервіс інформації про локомотиви (LocomotiveService);
* сервіс роботи зі сховищем інформації про локомотиви (LocomotiveService).



Рисунок 3.4 – Діаграма кооперації при додаванні інформації про локомотив

Для реалізації підсистеми отримання статистичних даних з бінарного файлу що надається ззовні була розроблена діаграма кооперації (рис.3.5). В схемі отримання даних використовуються такі компоненти:

* контролер запитів для завантаження даних DownloadDataController;
* сервіс завантаження даних DataLoadingService;
* сервіс для перевірки на повторне завантаження файлу FileChecingService;
* сервіс роботи зі сховищем інформації про файли з яких завантажувалися данні FileInfoDao;
* сервіс отримання даних про структуру файлу FileStructureInfoDao;
* сервіс отримання даних про структуру запису у файлі RecordStructureInfoDao;
* сервіс роботи зі сховищем статистичних даних DataDao.

У випадку виникнення помилок при отриманні показника, відповідне значення буде дорівнювати null. Така дія гарантує, що при неправильна робота датчика у певний проміжок часу не призве до неможливості отримання інших статистичних даних.



Рисунок 3.5 – Діаграма кооперації підсистеми отримання статистичних даних

## 3.6 Проектування системи на фізичному рівні

На етапі фізичного проектування системи було створено діаграму компонентів (Component Diagram) (рис. 3.6) що структурує залежності між компонентами, та розділяє систему на структурні одиниці. Систему було розділено на презентаційний рівень (контролери API) та бізнес-логіку (сервісний рівень).

Було виділено наступні незалежні рівні:

* сервісний рівень, що реалізує основну бізнес-логіку компонентів з яких складається програмний комплекс, що забезпечують роботу основних алгоритмів програмної системи. На діаграмі 3.4 представлений групою «Сервісний рівень»;
* рівень об’єктів для доступу до даних, що призначений для абстракції компонентів бізнес-логіки системи від механізмів збереження даних. Компоненти цього рівня забезпечують збереження даних сутностей, що потребуються для роботи бізнес-логіки програмного комплексу, до реляційної бази даних або файлового сховища. Для компонентів що призначені для роботи із базою даних, на цьому рівні реалізується транзакціональність запитів. Представлений групою «Сервісний рівень» на діаграмі компонентів;
* рівень контролерів програмного комплексу, що забезпечують взаємодію між зовнішнім середовищем та компонентами бізнес-логіки. Контролери додатку також забезпечують трансформацію запитів-відповідей до програмного комплексу, та реалізують інтерфейси для забезпечення MVC;

Комунікація між рівнями системи виконується за допомогою стандартизованих інтерфейсів.



Рисунок 3.6 – Діаграма компонентів серверу

Фізичне розміщення програмного комплексу було відображено у вигляді діаграми розгортання (рис. 3.7).



Рисунок 3.7 – Діаграма розгортання програмного комплексу

## 3.7 Використані технології

При розробці системи були використані наступні технології:

* мова програмування Java;
* інструмент для управління Java проектами maven;
* spring framework;
* технологія JDBC;
* контейнер сервлетів Apache Tomcat;
* середовище розробки NetBeans IDE.

### 3.7.1 Вибір мови програмування

Виходячи з вимог поставлених до програмного комплексу було прийняте рішення використовувати мову Java. Це зумовлене тим, що проект є серверним додатком, а Java в першу чергу є мовою серверної розробки. Вибір Java також зумовлений тим, що це стандартом де-факто для розробки промислових додатків через офіційні гарантії зворотної сумісності, сталий синтаксис та високо продуктивність при наявності необхідних ресурсів. Також важливим фактором є те, що середовище Java існує для більшості операційних систем, що не обмежує користувача використанням продукту від одного поставника.

Для розробки було обрано JDK 7(Java Development Kit, комплект розробки Java).JDK7, на даний момент, є стабільною версією що підтримується розробником, корпорацією Oracle. Важливим також є підтримка зі сторони середовища останньої версії GC(Garbage Collector, збирач сміття – підсистема середовища, що відповідає за автоматичне звільнення пам’яті) що може працювати майже без зупинки додатку, та нової підсистеми вводу-виводу Java NIO (Java New Input/Output, новий ввід/вивід Java – набір бібліотек для неблокуючого вводу виводу), що дозволяє підвищити продуктивність роботи системи при роботі з великими файлами, що є актуальним для розроблюваного продукту.

### 3.7.2 Управління проектами за допомогою maven.

Apache Maven - фреймворк для автоматизації збирання проектів, специфікований на XML-мові POM (Project Object Model). Активно використовується у великих проектах і допомагає здійснити процеси компіляції, створення jar, створення дистрибутива програми, генерації документації.

Для платформи Java існують два основні інструменти для збирання: Ant і Maven. На відміну від Apache Ant, Maven забезпечує декларативну, а не імперативну збірку проекту. Тобто, в файлах проекту pom.xml, які використовує для своєї роботи Maven, міститься його декларативне опис, а не окремі команди. Усі завдання з обробки файлів проекту Maven виконує через плагіни.

Головна перевага Maven - це управління залежностями. Рідко які проекти пишуться без використання сторонніх бібліотек. Ці сторонні бібліотеки часто теж в свою чергу використовують бібліотеки різних версій. Maven дозволяє керувати такими складними залежностями, що дозволяє вирішувати конфлікти версій і в разі потреби легко переходити на нові версії бібліотек.

3.7.3 Spring Framework.

Spring framework - це фреймворк з відкритим вихідним кодом, він надає набір легковагих інструментів які полегшують рішення завдань у додатках корпоративного масштабу. Власне усунення складності розробки корпоративних додатків і можливість використання простих компонентів JavaBean є метою створення даного фреймворка. Варто зазначити що область застосування даного фреймворка не обмежується розробкою програмних компонентів, що виконуються на серверній стороні додатків. Будь-який додаток може використовувати Spring для усунення сильної пов'язаності, і полегшення тестування.

У додатках на основі Spring використовувані об'єкти зберігаються в контейнері. Контейнер (знаходиться в ядрі Spring Spring Framework) створює об'єкти і пов'язує їх один з одним, конфігурує і управляє їх життєвим циклом (від створення за допомогою оператора new до методу finalize ()). Для управління компонентами контейнер використовує впровадження залежностей (Dependency Injection).

Spring framework має не один контейнер. До його складу входить кілька реалізацій контейнерів:

* + - фабрика компонентів (bean factories);
    - контекст додатків (application contexts).

Восновному використовуються контексти додатків, фабрики компонентів є занадто низькорівневим інструментом (прив'язка на код). Контексти додатків прив'язують на конфігураційні файли (ApplicationContext.xml, SecurityContext.xml).

Крім перерахованих вище можливостей можна сказати що для фреймворка існує ціла ціла екосистема проектів, які розширюють можливості застосування Spring на такі області як веб-служби, OSGi, Flash і. NET.

Даний фреймворк складається з наступних модулів:

* + - spring-aspects;
    - spring-beans-groovy;
    - spring-beans;
    - spring-context-support;
    - spring-context;
    - spring-core;
    - spring-expression;
    - spring-framework-bom;
    - spring-instrument-tomcat;
    - spring-instrument;
    - spring jdbc;
    - spring-jms;
    - spring-messageing;
    - spring-orm-hibernate4;
    - spring-orm;
    - spring-oxm;
    - spring-test;
    - spting-tx;
    - spting-web;
    - spring-webmvc-portlet;
    - spring-webmvc-tiles3;
    - spring-webmvc;
    - spring-websocket.

Модулі являють собою. Jar файли і діляться на шість категорій (рис 3.8). У сукупності всі ці модулі представляють все найнеобхідніше для розробки корпоративних додатків.

Core Container - управляє процесом створення і налаштування компонентів програми. Цей модуль містить фабрику компонентів, що забезпечує впровадження залежностей. Також цей модуль надає кілька корпоративних служб, таких як електронна пошта, доступ до JNDI, інтеграція з EJB і виконання завдань за розкладом.

AOP - забезпечує підтримку аспектно-орієнтованого програмування. Сприяє ослабленню зв'язків між об'єктами.

Data Access, Integration - абстрагує шаблонний код для роботи з базами даних. Також тут представлений модуль ORM, який можна використовувати поверх JDBC. Це не власне ORM-рішення, а надання API для керування такими фреймворками як Hibernate, Java Persistence API, Java Data Objects і iBATIS SQL Maps. Також тут знаходиться модуль які включає абстракцію інтерфейсу Java для доступу до служб обміну повідомленнями (JMS) і API для управління транзакціями.

Web (MVC, Remoting) - веб та віддалене взаємодія. Тут знаходиться фреймворк Spring MVC. Конфігурується передача об'єктів Java через виклик віддалених методів (Remote Procedure Call).

Test - модуль тестування додатків написаних на Spring, тут є колекції mock-об'єктів для застосування в модульних тестах, перевіряючими роботу з JNDI, Сервлетами і портлетами.

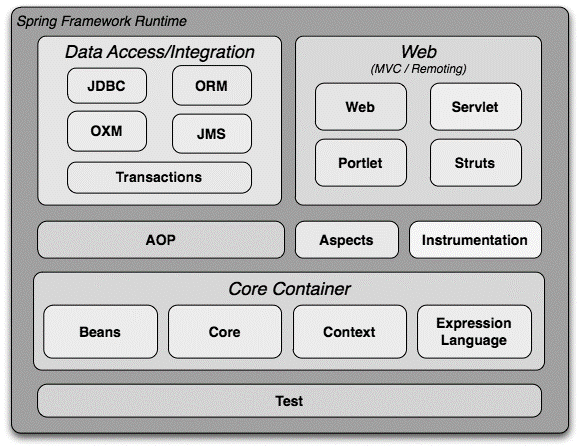


Рисунок 3.8 – Категорії модулів Spring Framework

Додаткові можливості - це проекти, які розширюють основний фреймворк Spring. Екосистема фреймворка Spring Framework:

* + - Spring Web Flow - побудований на основі фреймворку Spring MVC. Забезпечує підтримку створення діалогових, багатоетапних веб-додатків, направляючий користувача до його мети;
    - Spring Web Services - пропонує модель реалізації веб-служб – «contract-first», коли програмний код реалізації пишеться на основі визначення служби;
    - Spring Security - пропонує декларативний механізм забезпечення безпеки веб-додатків;
    - Spring Integration - пропонує реалізацію декількох поширених шаблонів інтеграції в декларативному стилі;
    - Spring Batch - надає інструменти для розробки додатку заснованого на пакетної обробки даних;
    - Spring Social - якщо ваш проект використовує інтеграцію з соціальними мережами, то можна подивитися, що пропонує Spring для розширення можливостей вашої програми;
    - Spring Mobile - розширення Spring для розробки мобільних веб-додатків.
    - Spring Dynamic Modules - являє собою сплав механізмів впровадження залежностей Spring і динамічні модулів OSGi;
    - Spring LDAP - представляє механізм, який використовує підхід на основі шаблонів, усуває необхідність використовувати шаблонний код при виконанні LDAP-операцій;
    - Spring Rich Client - доповнює міццю Spring в Swing;
    - Spring. NET - переклад проекту на .NET;
    - Spring-Flex - дозволяє додаткам створеним на основі Flex і Aid, взаємодіяти з серверними компонентами Spring допомогою BlazeDS;
    - Spring Roo - діалогове оточення, що забезпечує можливість швидкої розробки додатків на основі Spring.

3.7.4 Технологія JDBC.

JDBC (Java DataBase Connectivity) - платформенно-незалежний промисловий стандарт взаємодії Java-додатків з різними СУБД, реалізований у вигляді пакета java.sql, що входить до складу Java SE.

JDBC заснований на концепції так званих драйверів, що дозволяють отримувати з'єднання з базою даних за спеціально описаного URL. Драйвери можуть завантажуватися під час роботи програми. Завантажившись, драйвер сам реєструє себе і викликається автоматично, коли програма вимагає URL, що містить протокол, за який драйвер відповідає.

Опис базових інтерфейсів JDBC API та схема їх взаємодії (рис. 3.9):

* + - java.sql.DriverManager забезпечує завантаження драйверів і створення нових сполук (connection) з базою даних, це стрижневий інтерфейс JDBC, що визначає коректний вибір і ініціалізацію драйвера для даної СУБД в даних умовах;
    - java.sql.Connection визначає характеристики і стан з'єднання з БД, крім того, він надає засоби для контролю транзакцій і рівня їх ізольованості;
    - java.sql.Statement виконує функції контейнера по відношенню до SQL-виразу, при цьому під виразом розуміється не тільки сам текст запиту, а й такі характеристики, як параметри і стан вираження;
    - java.sql.ResultSet надає доступ до набору рядків, отриманому в результаті виконання даного SQL-виразу.

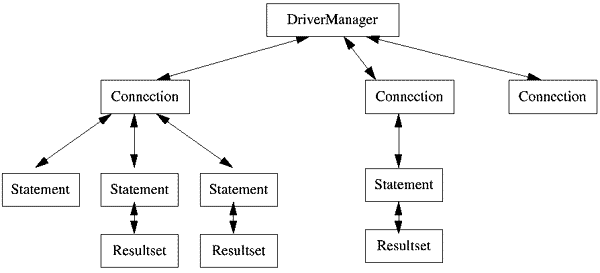


Рисунок 3.9 – Основні інтерфейси JDBC

3.7.5 Контейнер сервлетів Apache Tomcat.

Apache Tomcat - контейнер сервлетів з відкритим вихідним кодом, що розробляється Apache Software Foundation. Реалізує специфікацію сервлетів і специфікацію JavaServer Pages (JSP) і JavaServer Faces (JSF). Написаний на мові Java.

Tomcat дозволяє запускати веб-додатки, містить ряд програм для самоконфігурірованія.

Tomcat використовується в якості самостійного веб-сервера, як сервер контенту в поєднанні з веб-сервером Apache HTTP Server, а також в якості контейнера сервлетів в серверах додатків JBoss і GlassFish.

Компоненти:

* + - Catalina - контейнер сервлетів Tomcat'а. Catalina реалізує специфікацію сервлетів і JavaServer Pages (JSP).
    - Coyote - компонент стека HTTP Tomcat'а, який підтримує протокол HTTP 1.1 для веб серверів або контейнера додатків. Coyote прослуховує вхідні з'єднання на певному TCP порту сервера і пересилає запити в механізм Tomcat для обробки запитів і відправляє відповідь назад запитуючій клієнту.
    - Jasper - механізм JSP Tomcat'а. Tomcat 5.x використовує Jasper 2, який є реалізацією специфікації JavaServer Pages 2.0 Sun Microsystems. Jasper аналізує JSP-файли, щоб компілювати їх в Java код, як сервлети (які можуть бути оброблені за допомогою Catalina). Під час виконання, Jasper може автоматично виявляти зміни JSP-файлу і перекомпілювати його.

3.7.6 Середовище розробки NetBeans IDE.

NetBeans IDE — вільне інтегроване середовище розробки (IDE) для мов програмування Java, JavaFX, C/C++, PHP, JavaScript, HTML5, Python, Groovy. Середовище може бути встановлене і для підтримки окремих мов, і у повній конфігурації. Середовище розробки NetBeans за умовчанням підтримує розробку для платформ J2SE і J2EE.

Поширюється у сирцевих текстах під ліцензіями GPLv2[15]. Проект NetBeans IDE підтримувався і спонсорувався фірмою Sun Microsystems і після придбання Sun — Oracle, проте розробка NetBeans ведеться незалежно співтовариством розробників (NetBeans Community) і компанією NetBeans.Org.

NetBeans IDE доступна для платформ Microsoft Windows, GNU/Linux, FreeBSD, і Solaris (як SPARC, так x86). Для інших платформ доступна можливість зібрати NetBeans самостійно із сирцевих текстів.

За якістю і можливостям останні версії NetBeans IDE змагається з найкращим інтегрованими середовищами розробки для мови Java, підтримуючи рефакторинг, профілювання, виділення синтаксичних конструкцій кольором, автодоповнення мовних конструкцій на льоту, шаблони коду та інше.

# 4 ВІДЛАГОДЖЕННЯ ТА ТЕСТУВАННЯ ПРОГРАМИ

## 4.1 Вибір стратегії тестування

Тестування є процесом виконання програми з метою виявлення помилок. Програма виконується для деякого набору перевірочних значень вхідних та вихідних даних (тестів), а отримані результати порівнюються з очікуваними.

При тестуванні основна увага звертається на взаємозв'язок вхідних і вихідних даних. Проміжні результати аналізуються у тому випадку, коли виявляється помилка, і власне починається відлагодження програми.

Успіх тестування полягає у виборі відповідного набору тестів, тобто такої їх підмножини, яка має щонайвищу ймовірність виявлення більшості помилок.

Тестування звичайно розбивається на дві фази (так звані індивідуальне і інтегральне тестування).

В процесі індивідуального тестування встановлюється правильність роботи кожної підпрограми окремо від інших. При інтегральному тестуванні перевіряється одночасна робота всіх компонент, тобто всієї програми.

Основну увагу надавалося індивідуальному тестуванню. В рамках даної роботи було проведено індивідуальне тестування основних модулів обчислювального блоку програми.

Тестування програми проводиться методом чорного та білого ящика.

Тестування за принципом білого ящика характеризується ступенем покриття тестами логіки (вихідний текст) програми. Вичерпне тестування за принципом білого ящика припускає виконання кожного шляху в програмі, але так як в програмі з циклами виконання кожного шляху звичайно нездійсненно, то тестування усіх шляхів не розглядається.

Для функцій зі складними умовами був використаний метод тестування «білим ящиком» – метод покриття умов та рішень. Даний метод дозволяє виявити непрохідні гілки умов, виявити оператори, які ніколи не будуть виконуватись. Метод покриття умов та рішень дозволяє виявити найбільшу кількість помилок серед методів «білого ящика». Даний метод полягає у записі числа тестів достатнього для того, щоб були покриті всі оператори, умови та рішення. Кожний оператор, умова та рішення повинні бути виконані хоча б один раз. Якщо після зіставлення тестів залишаються не покриті оператори, умови чи рішення, то потрібно доповнити свій набір тестів таким чином, щоб кожний оператор, умова чи рішення виконувались не менше одного разу.

Функції, в яких немає складних умов, тестувались методом покриття умов, так як цього достатньо для виявлення помилки.

Метод тестування «чорним ящиком» припускає розробку тестів на основі аналізу специфікації програми. Тестування програми обмежується використанням невеликої підмножини всіх можливих вхідних даних. Правильно обраний тест цієї підмножини повинен володіти двома властивостями:

* зменшувати число тестів, які повинні бути розроблені для досягнення заздалегідь визначеної мети тестування;
* покривати значну частину інших можливих тестів, що в деякому ступені свідчать про наявність або відсутності помилок до і після застосування цієї обмеженої підмножини значень вхідних даних;
* покривати умови за яких виявлені помилки, що дозволяє однозначно підтвердити факт виправлення помилки.

Для тестування «чорним ящиком» був використаний метод припущення про помилку. Основна ідея якого полягає в переліку в деякому списку можливих помилок або ситуацій, в яких вони можуть з’явитися, а потім на основі цього списку виконується процес написання тестів. За допомогою даного методу можливо виявити помилки, завдяки тому, що в функцію передаються довільні дані.

## 4.2 Функції для тестування

SensorEntity getByName(String name) – метод класу SensorServiceImpl призначений для отримання інформації про вузол по його назві.

Вхід:

* name – назва вузла.

Вихід:

* об’єкт що містить інформацію про вузол.

Текст методу:

@Transactional

public SensorEntity getByName(String name) throws DataAccessException, ValidationException {

if (null == name || "".equals(name)) {

throw new ValidationException("Incorrect parametr");

}

return sensorDao.getByName(name);

}

Void add(String id, String title) – Метод класу LocomotiveServiceImpl, що завантажує інформацію про локомотив до бази даних. У випадку наявності в базі локомотива з наданим ідентифікатором видається виключення.

Вхід:

* id – ідентифікатор локомотиву;
* title – назва локомотиву.

Вихід:

* запис в таблиці LOCO або виключення.

Текст методу:

@Transactional

public void add(String id, String title) throws ValidationException, DataAccessException {

if (null == id || "".equals(id)) {

throw new ValidationException("incorrect id");

} else if (null == title || "".equals(title)) {

throw new ValidationException("incorrect title");

}

LocoEntity entity = new LocoEntity();

entity.setIdLoco(id);

entity.setTitleLoco(title);

locomotiveDao.add(entity);

}

List<byte[]> getRecordsFromFile(byte[] file, FileStructureInfo fileStructureInfo) – метод класу DataLoadingServiceImpl, що виділяє записи із файлу з діагностичними даними.

Вхід:

* file – файл у вигляд масиву байтів;
* об’єкт – структура файлу.

Вихід:

* список записів у вигляді масиву байтів.

Текст методу:

private List<byte[]> getRecordsFromFile(byte[] file, FileStructureInfo fileStructureInfo) {

if(null == file || file.size() == 0 || null == fileStructureInfo){

throw new ValidationException(“Incorect parametr”);

}

List<byte[]> records = new ArrayList<byte[]>();

int cursor = fileStructureInfo.getRecordsStartIndex();

while (cursor < file.length) {

byte[] record = Arrays.copyOfRange(file, cursor, cursor + fileStructureInfo.getRecordLength());

records.add(record);

cursor += fileStructureInfo.getRecordLength();

}

return records;

}

## 4.3 Розробка тестів методом «білого ящика»

Для тестування методу getByName був обраний метод покриття умов та рішень. Даний метод полягає у записі числа тестів достатнього для того, щоб були покриті всі оператори, умови та рішення хоча б один раз. Необхідно обумовити, що метод getByName що викликається методом що тестується, може ініціювати виключення, тому цю гілку потоку виконання також необхідно включити в список умов для покриття.

Список умов для тестування:

1. null == name;
2. "".equals(name);
3. sensorDao.getByName(name) throws Exception;
4. return sensorDao.getByName(name).

Тест 1

Вхід: name=’’.

Вихід: ValidationException("Incorrect parametr").

Тест 2

Вхід: name=null.

Вихід ValidationException("Incorrect parametr").

Тест 3

Вхід: name=’ACCUM\_BATR’, зміст БД див. табл 4.1.

Таблиця 4.1 – Вміст БД для тесту 3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| SENSOR | | | |
| NAME | DESCRIPTION | UNIT\_OF\_MEASURE | UNIT\_TYPE |
| NAPR\_ACCUM\_BATR\_SEC\_A | Напр. аккум. батареи секции А | U | OSN |

Вихід: Exception(“EmptyResultDataAccessException”).

Тест 4

Вхід: name=’ NAPR\_ACCUM\_BATR\_SEC\_A’, зміст БД див. табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Вміст БД для тесту 4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| SENSOR | | | |
| NAME | DESCRIPTION | UNIT\_OF\_MEASURE | UNIT\_TYPE |
| NAPR\_ACCUM\_BATR\_SEC\_A | Напр. аккум. батареи секции А | U | OSN |

Вихід:{"name":"NAPR\_ACCUM\_BATR\_SEC\_A","description":"Напр. аккумул. батареи секции А","unitOfMeasure":"U"}.

За розробленими тестами була побудована таблиця покриття умов методу «SensorServiceImpl.getByName» тестами (табл. 4.3). Згідно з наведеною таблицею всі умови присутні в методі getByName классу SensorServiceImpl виконуються хоча б один раз.

Таблиця 4.3 – Покриття умов тестами для методу getByName

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тест | Умови | | | | | | | |
| 1) | | 2) | | 3) | | 4) | |
| + | - | + | - | + | - | + | - |
| 1 | \* |  |  | \* |  | \* |  | \* |
| 2 |  | \* | \* |  |  | \* |  | \* |
| 3 |  | \* |  | \* | \* |  |  | \* |
| 4 |  | \* |  | \* |  | \* | \* |  |

Для тестування методу add також був обраний метод покриття умов та рішень. Необхідно обумовити, що метод LocomotiveDao.add що викликається методом що тестується, може ініціювати виключення, тому цю гілку потоку виконання також необхідно включити в список умов для покриття.

Список умов для тестування:

1. null == id;
2. "".equals(id);
3. null == title;
4. "".equals(title);
5. locomotiveDao.add(entity) throws Exception;
6. return locomotiveDao.add(entity).

Тест 1

Вхід: id=’’, title=’test locomotive’.

Вихід: ValidationException("incorrect id").

Тест 2

Вхід: id=null, title=’test locomotive’.

Вихід ValidationException("incorrect id").

Тест 3

Вхід: id=’vl001’, title=’’.

Вихід: ValidationException("incorrect title").

Тест 4

Вхід: id=null, title=null.

Вихід ValidationException("incorrect title").

Тест 5

Вхід: id=’vl000’, title=’test locomotive’ , зміст БД див. табл 4.4.

Таблиця 4.4 – Вміст БД для тесту 3

|  |  |
| --- | --- |
| LOCO | |
| ID\_LOCO | TITLE\_LOCO |
| vl000 | ВЛ11М/6 |

Вихід: Exception("unique constraint or index violation").

Тест 6

Вхід: id=’vl001’, title=’test locomotive’ , зміст БД див. табл 4.5.

Таблиця 4.5 – Вміст БД для тесту 6

|  |  |
| --- | --- |
| LOCO | |
| ID\_LOCO | TITLE\_LOCO |
| vl000 | ВЛ11М/6 |

Вихід: Запис в таблиці локомотиви, стан БД наведено в табл. 4.6.

Таблиця 4.6 – Вміст БД після виконання тесту 6

|  |  |
| --- | --- |
| LOCO | |
| ID\_LOCO | TITLE\_LOCO |
| vl000 | ВЛ11М/6 |
| vl001 | test locomotive |

За розробленими тестами була побудована таблиця покриття умов методу «SensorServiceImpl.getByName» тестами (табл. 4.7). Згідно з наведеною таблицею всі умови присутні в методі getByName классу SensorServiceImpl виконуються хоча б один раз.

Таблиця 4.7 – Покриття умов тестами для методу getByName

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Тест | Умови | | | | | | | | | | | |
| 1) | | 2) | | 3) | | 4) | | 5) | | 6) | |
| + | - | + | - | + | - | + | - | + | - | + | - |
| 1 | \* |  |  | \* |  | \* |  | \* |  | \* |  | \* |
| 2 |  | \* | \* |  |  | \* |  | \* |  | \* |  | \* |
| 3 |  | \* |  | \* | \* |  |  | \* |  | \* |  | \* |
| 4 |  | \* |  | \* |  | \* | \* |  |  | \* |  | \* |
| 5 |  | \* |  | \* |  | \* |  | \* | \* |  |  | \* |
| 6 |  | \* |  | \* |  | \* |  | \* |  | \* | \* |  |

## 4.4 Розробка тестів методом «чорного ящика»

Для тестування функції add классу LocomotiveServiceImpl був обраний метод припущення про помилку, що дозволяє перевірити роботу програми та знайти можливі помилки.

Для функції add були розроблені наступні тести:

Припустимо, що на вхід метода передається пустий ідентифікатор локомотиву.

Тест 1

Вхід: id=null, title=’test’.

Вихід: очікується помилка «incorrect id».

Припустимо, що на вхід передається пусте значення назви локомотиву.

Тест 2

Вхід: id=’vl001’, title=’’.

Вихід: очікується помилка «incorrect title».

Припустимо, що на вхід передається коректний запит, та в базі данних не міститься інформації про локомотиви з ідентифікатором що передається як параметр запиту.

Тест 3

Вхід: id=’vl001’, title=’test locomotive’, стан БД(див. табл. 4.8).

Таблиця 4.8 – Вміст БД для тесту 3

|  |  |
| --- | --- |
| LOCO | |
| ID\_LOCO | TITLE\_LOCO |
| vl000 | ВЛ11М/6 |

Вихід: Запис в таблиці локомотиви(див. табл. 4.9).

Таблиця 4.9 – Вміст БД після виконання тесту 3

|  |  |
| --- | --- |
| LOCO | |
| ID\_LOCO | TITLE\_LOCO |
| vl000 | ВЛ11М/6 |
| vl001 | test locomotive |

Припустимо, що на вхід передається ідентифікатор локомотиву інформація про який вже міститься в базі даних.

Тест 4

Вхід: id=’vl001’, title=’test locomotive 2’, стан БД(див. табл. 4.10).

Таблиця 4.10 – Вміст БД для тесту 4

|  |  |
| --- | --- |
| LOCO | |
| ID\_LOCO | TITLE\_LOCO |
| vl000 | ВЛ11М/6 |
| vl001 | test locomotive |

Вихід: очікується помилка, «unique constraint or index violation».

На основі тестів за методом «чорного ящика» для методу add классу LocomotiveServiceImpl були побудовані інтеграційні тести. В результаті тестів, було виявлено помилки, що призводили до некоректної роботи серверних запитів. Після локалізації помилок, вони були успішно виправлені. Результатом аналізу помилок, стало прийняття рішення про необхідність додання механізму обробки додаткрвих виключень.

Метод getRecordsFromFile також було протестовано методом припущення про помилку. Для цього були розроблені тести.

Припустимо, що на вхід передається пустий обєкт fileStructureInfo.

Тест 1

Вхід: byte[] file = new byte[10], fileStructureInfo=null.

Вихід: очікується виключення «Incorrect parameter».

Припустимо, що на вхід передається параметр file, що являє собою бінарний файл із статистичними показниками значення якого дорівнює «null».

Тест 2

Вхід: fileStructureInfo об’єкт що представляє структуру файлу, file=null.

Вихід: Порожній список із записами.

Припустимо, що передано коректні параметри.

Тест 3

Вхід: fileStructureInfo об’єкт що представляє структуру файлу, file.size > 0.

Вихід: список із записами.

В результаті тестів було виявлено, що метод getRecordsFromFile классу DataLoadingServiceImpl не коректно реагує на вхідні дані, що входять в граничні умови. Після локалізації проблеми, вона була вирішена шляхом покращення перевірки вхідних параметрів методу, що призвело до успішного проходження розроблених тестів.

## 4.5 Відлагодження програми

Якщо тестування – діяльність, спрямована на виявлення помилок, то відлагодження спрямоване на встановлення точної природи відомої помилки, а потім – на виправлення цієї помилки. Ці два види діяльності зв'язані – результати тестування є вихідними даними для налагодження.

Відлагодження програми виконувалося з використанням методу індукції та методу просування від місця виникнення помилки до місця помилки. Таким чином, визначивши збійну операцію, можна локалізувати безпосереднє місце помилки.

Налагодження відбувалося шляхом завантаження Unit-тестів у режимі відладки, використовуючи наступні інструменти:

* Call Stack – список кадрів стеку викликів, за якими програма потрапила в поточний стан;
* Watches – інтерфейс що дозволяє виконувати моніторинг значень змінних в поточному контексті відладчика;
* Variables – інтерфейс, що відображає поточні значення змінних, наявних в поточному кадрі стеку;
* Threads – вікно, що відображає список ниток(thread), що активні в віртуальній машині Java. Дозволяє переключитися на стек викликів довільної нитки.

До місця виникнення ймовірної помилки ставиться точка зупину Breakpoint (рис. 4.1), на якій програма зупиниться і чекатиме покрокового виконання. Це дозволяє ініціювати виконання операцій, робота яких призводить до збою, та розпочати відлагодження з місця проблеми.

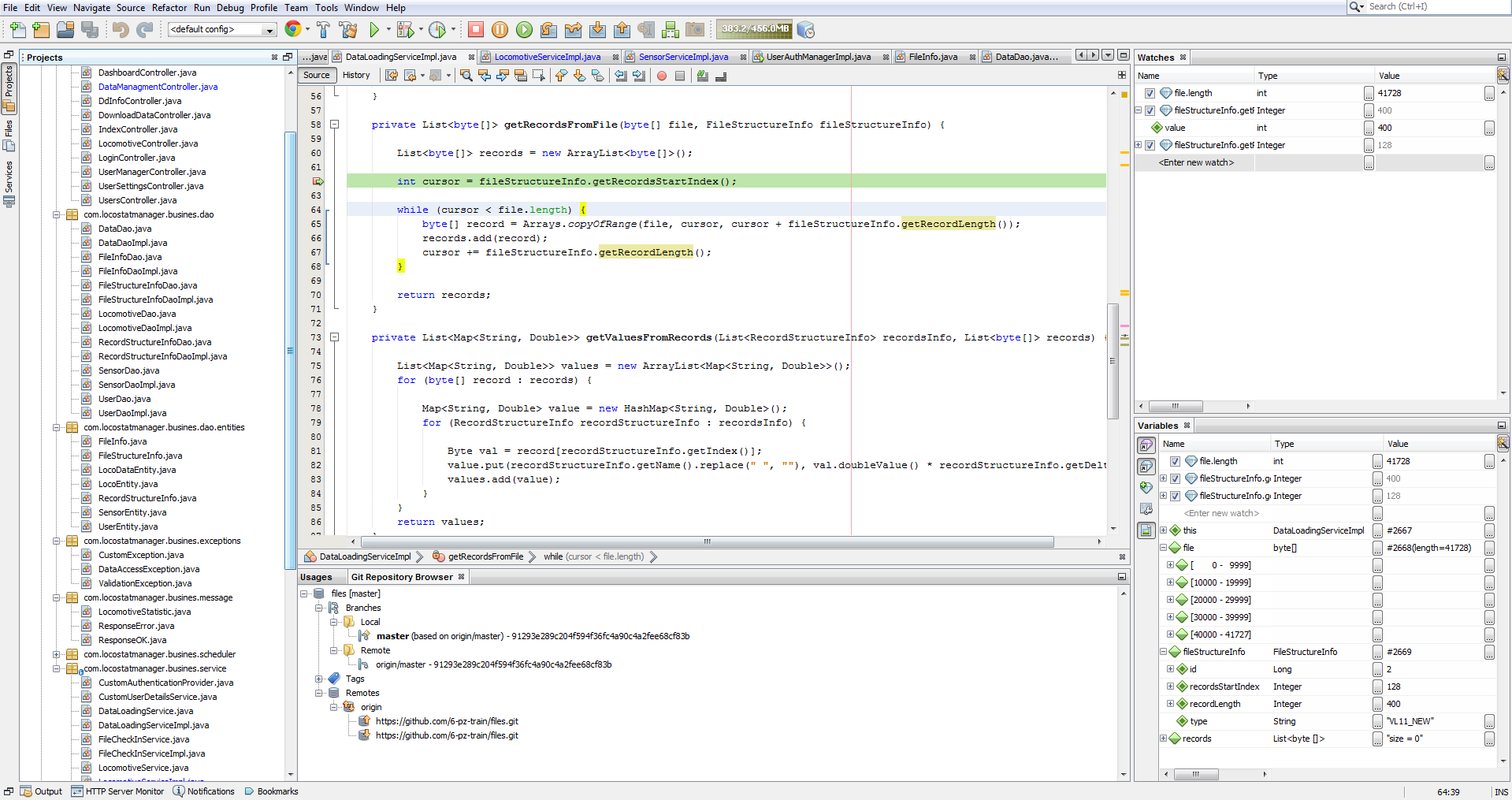


Рисунок 4.1 – Приклад використання точки зупину програми

# 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

## 5.1 Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів

Шкідливі фактори – виробничі фактори, тривалий вплив яких на працюючого у визначених умовах людини приведе до захворювання, зниження працездатності. У залежності від рівня і тривалості впливу шкідливі фактори можуть класифікуватися і як небезпечні.

Основним робочим місцем спеціаліста відділу експлуатаційної підтримки є ПЕОМ з ВДТ. Згідно санітарно-гігієнічним вимогам умови праці співробітника відділу підтримки повинні відповідати I або II класу відповідно до Гігієнічної класифікації праці по показниках шкідливості і небезпеки факторів виробничого середовища, важкості і напруженості трудового процесу ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин» [16].

Робота спеціаліста з експлуатаційної підтримки пов'язана з наступними шкідливими факторами:

* недостатнє освітлення природним світлом;
* відблиски на екрані монітора;
* іонізуюче випромінювання;
* електромагнітне поле.

Недостатнє висвітлення приводить до швидкої стомленості очей, що у свою чергу, призводить до зниження продуктивності праці і росту кількості прийнятих помилкових рішень.

Відблиски на екрані монітора, що виникають при неправильному освітленні, приводить до погіршення зору, а у випадку тривалого впливу даного небезпечного фактору, може привести до повної втрати зору. З метою зниження рівня впливу на працівника даного шкідливого фактора, варто дотримувати вимоги НПАОП 0.00-1.31-99 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин» [17].

Основним джерелом іонізуючого випромінювання на робочому місці співробітника відділу підтримки є монітор – випромінювання α і β, що випускається люмінофором, згодом може призвести до променевої хвороби. Для зниження проникаючого випромінювання люмінофора рекомендується застосування моніторів із захисним покриттям екрана (напилювання свинцю), або (для виключення даного виду випромінювання) застосування рідкокристалічних панелей.

Небезпечні фактори – це виробничі фактори, вплив яких на працюючого у визначених умовах людини, приведе до травми, різкого погіршення здоров'я. До різкого погіршення здоров'я можна віднести отруєння, опромінення, удар електрострумом, тепловий удар та ін. ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять» [18].

Робота спеціаліста експлуатаційної підтримки тісно пов'язана з використанням ПЕОМ. Виходячи з цього, можна виділити наступні небезпечні фактори:

* електронебезпека;
* пожежонебезпека.

При роботі з ПЕОМ найчастіше трапляються нещасні випадки, пов’язані з ураженням електричним струмом, які викликані дотиком до оголених місць струмоведучих частин устаткування, або частин, що знаходяться під напругою.

Вплив струму на людину залежить від його сили: струм до 0,6мА не відчувається людиною. Струм силою 6мА приводить до скорочення м'язів тієї частини, тіла, що піддалася його впливу. Цей струм називається «не відпускаючим». Значення струму, що перевищує 6мА, здатні викликати утрату свідомості і зупинку подиху, а при досягненні струмом порогу 100мА – смерть. При впливі на тіло людини струму в 3-4А виникає обвуглювання ділянок тіла.

Пожежі становлять особливу небезпеку для життя людини, і можуть призвести до великих матеріальних утрат. Під час пожежі людина може отримати опіки різного ступеня тяжкості, а також отруїтися чадним газом. Джерелами загоряння можуть виявитися електронні схеми ПЕОМ, що перегрілися.

## 5.2 Проектні заходи

Для якісної і зручної роботи співробітника відділу експлуатаційної підтримки необхідне проведення проектних заходів: відповідна облаштованість, належне дотримання ергономічних характеристик основних елементів робочого місця, санітарно-гігієнічних вимог і т.п.

Лінія електромережі для живлення ПЕОМ, периферійних пристроїв ПЕОМ і устаткування для обслуговування, ремонту і налагодження ПЕОМ виконується як окрема групова трьох провідна мережа, шляхом прокладки фазового, нульового робочого і нульового захисного провідників.

Підключення на розподільному щиті до одного контактного затиску нульового робочого і нульового захисного провідників заборонено.

Площа перетину нульового робочого і нульового захисного провідника в груповій трьох провідній мережі повинна бути не менш площі перетину фазового провідника.

Через те, що в робочому приміщенні відділу експлуатаційної підтримки, одночасно експлуатується більше п'яти персональних ПЕОМ, на видному доступному місці встановлюється аварійний вимикач, за допомогою якого можливо зробити знеструмлення приміщення (за винятком освітлення).

При роботі співробітника є недопустимими:

* експлуатація кабелів і проводів з ушкодженою чи утративши захисні властивості за час експлуатації ізоляцією;
* використання ушкоджених розеток, розгалужених і сполучних коробок, вимикачів і інших електроприладів, а також ламп, скло яких має сліди чи затьмарення опуклості;
* підвішування світильників безпосередньо на струмопровідних проводах, обгортання електроламп і світильників папером, тканиною й іншими займистими матеріалами, експлуатація їх із знятими ковпаками.

Виходячи з того, що приміщення в яких працюють спеціалісти експлуатаційної підтримки, відносяться до тих, у яких експлуатуються ВДТ (візуальний дисплейний термінал) і ПЕОМ (персональна електронно-обчислювальна машина), для них повинна бути визначена категорія по вибухонебезпечній і пожежній безпеці відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [19], і клас зони згідно ПЕУ (правила улаштування електроустановок). Відповідні позначення повинні бути нанесені на вхідні двері приміщення.

Будинки та ті їхні частини, повинні мати не нижче II ступеня вогнестійкості. Приміщення для обслуговування, ремонту і налагодження ПЕОМ повинні відноситися:

* по пожежонебезпеки до категорії В – пожежонебезпечні приміщення, де розташовуються тверді горючі речовини (ТГР), відповідно до НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою» [19];
* по класу приміщення до категорії ІІа по ПЕУ.

Неприпустимим є розташування приміщень категорії А и Б (НАПБ Б.03.002-2007), а також виробництв із мокрими технологічними процесами поруч із приміщеннями, де розташовуються ПЕОМ, виконується їхнє обслуговування, налагодження і ремонт, а також над такими приміщеннями і під ними.

Робочі приміщення відділу підтримки повинні бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації відповідно до вимог переліку однотипних за значенням об'єктів, що підлягають устаткуванню автоматичними установками пожежогасіння і пожежної сигналізації, затверджених ДБН В.2.5-56:2010 «Пожежна автоматика будинків і споруджень» [20] з димовими пожежними оповіщувачами та переносними вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку 2 шт. на кожні 20 м2 площі приміщення з обліком гранично допустимої концентрації вогнегасної рідини відповідно до вимог Правил пожежної безпеки в Україні.

Стіни приміщень з ПЕОМ виготовляються з негорючих матеріалів. Підходи до засобів пожежогасіння повинні бути вільними.

За інструкцією "З охорони праці для спеціалістів з експлуатаційної підтримки" співробітник відділу планування інструктується перед початком роботи первинним інструктажем.

Первинний інструктаж завжди проводиться на робочому місці з безпосереднім показом робіт (стажування 1 місяць). Потім, через кожні 6 місяців проводиться повторний інструктаж.

Результати інструктажу заносяться в "Журнал реєстрації інструктажів з питань охорони праці". У журналі після проходження інструктажу повинен бути підпис людини, яка інструктувала та співробітника відділу прогнозування.

Площа, виділена для одного робочого спеціаліста підтримки, повинна складати не менш 6 м2 , а об’єм – не менш 20 м3.

Робочі місця, щодо вікон світлових прорізів повинні розташовуватися так, щоб природне світло падало з боку, переважно ліворуч.

При розташуванні робочих місць спеціалістів відділу підтримки необхідно дотримувати наступних вимог:

* робочі місця розташовуються на відстані не менш 1 м від стін із вікнами;
* відстань між бічними поверхнями ВДТ повинна бути не менше 1,2 м;
* відстань між тильною поверхнею ВДТ і екраном іншого ВДТ повинна бути не менш 2,5 м;
* прохід між рядами робочих місць повинний бути не менше 1 м.

Конструкція робочого місця співробітника відділу при роботі з ВДТ (при роботі сидячи) повинна забезпечувати підтримку оптимальної робочої пози з наступними ергономічними характеристиками: стопи ніг - чи на підлозі, чи на підставці для ніг; стегно - у горизонтальній площині; передпліччя - вертикально; лікті під кутом 70°-90° до вертикальної площини; зап'ястя - зігнуті під кутом не більш 20о щодо горизонтальної площини; нахил голови 15°-20° відносно вертикальної площини.

Висота робочої поверхні столу повинна бути в межах 680-800 мм, а ширина - забезпечувати виконання операцій у зоні досяжності моторного полючи.

Розміри столу, які рекомендуються: висота -725 мм, ширина ~ 600-1400 мм, глибина - 800-1000 мм.

Робочий стіл співробітника повинний мати простір для ніг висотою не менш 600 мм, шириною не менш 500 мм, глибиною на рівні колін не менш 450 мм, на рівні витягнутої ноги ~ не менш 650 мм.

Можливість обертання екрана ВДТ навколо горизонтальної і вертикальної осі.

Рівні шуму на робочому місці людини, яка працює із ВДТ та ЕОМ, визначені ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку» [21].

Для забезпечення нормованих рівнів шуму у виробничих приміщеннях і на робочих місцях застосовуються шумопоглинаючі засоби, вибір яких обумовлюється спеціальними інженерно-акустичними розрахунками. При роботі з ЕОМ вказується спеціальний граничний спектр (ГС), що складає 55.

У якості шумопоглинаючих засобів повинні застосовуватися незпалимі чи трудно зпалимі спеціальні перфоровані плити, панелі, мінеральна вата з максимальним коефіцієнтом звукопоглинання в межах частот 31,5-8000 *Гц* чи інші матеріали аналогічного призначення, дозволені для обробки приміщень органами державного санітарно-епідеміологічного нагляду.

Параметри мікроклімату, іонного складу повітря, вміст шкідливих речовин на робочому місці, оснащеного ВДТ, повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень» [22].

Для підтримки припустимих значень мікроклімату і концентрації позитивних і негативних іонів необхідно передбачити або установити прилади зволоження і (або) штучної іонізації, кондиціонування повітря.

При роботі з клавіатурою існують наступні вимоги:

* необхідно стійко розташувати клавіатуру на робочому столі, не допускаючи її коливання. Разом з цим може бути передбачена можливість поворотів і переміщень клавіатури. Положення клавіатури і кут її повороту повинні відповідати побажанням оператора (користувача). Якщо в конструкції клавіатури не передбачений простір для опори долонь, то їх необхідно розташувати на відстані не менш 10 см від краю столу. Під час роботи на клавіатурі необхідно сидіти прямо, не напружуючись;
* для зменшення несприйнятливого впливу на безпосереднього користувача пристроїв типу "миша" (змушена поза, необхідність постійного контролю за якістю дії) необхідно забезпечити вільну велику площу столу для переміщення "миші" і зручного упора ліктьового суглоба.

Для зниження напруженості роботи на ЕОМ необхідно рівномірно розподілити і чергувати характер робіт відповідно до їхньої складності.

Для зменшення негативного впливу на здоров'я працюючих виробничих факторів необхідно застосовувати регламентні перерви. У таблиці 1 приведений час регламентованих перерв користувача ПЕОМ у залежності від категорії і групи робіт.

Таблиця 5.1 – Час регламентованих перерв операторів ПЕОМ в залежності від категорії і групи робіт

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Категорія робіт | Група роботи | | | Час перерви при 8-годинній зміні, хв. |
| А, кількість знаків | Б, кількість знаків | В,година |
| Оптимальна -І | до 20 000 | до 15000 | до 2 | 20 |
| Припустима -ІІ | 21 000-40000 | до 30 000 | до 4 | 40 |
| Важка-ІІІ | понад 40 000  не більш 60 000 | понад 30 000  не більш 45000 | понад 4  не більш 6 | 60 |

Тривалість обідньої перерви визначається чинним законодавством про роботу.

При восьмигодинній робочій зміні регламентована перерва повинна бути такою:

* для I категорії робіт - через 2 години від початку зміни і через 2 години після обідньої перерви (кожен тривалістю 10 хв.);
* для II категорії робіт - через 2 години від початку зміни (тривалістю 15 хв.), через 1,5 і 2,5 годин після обідньої перерви (15 і 10 хв. відповідно чи тривалістю 5-10 хв*.* Через щогодини роботи, в залежності від характеру технологічного процесу);
* для Ш категорії робіт - через 2 години від початку зміни (тривалістю 15 хв.), через 1,5 і 2,5 годин після обідньої перерви (тривалістю 20 хв. Кожний тривалістю 5–15 хв. Щогодини роботи, у залежності від характеру технологічного процесу);
* під час нічної зміни, незалежно від групи і категорії робіт, тривалість регламентованих робіт збільшується на 60 хв.

У випадку виникнення у користувача зорового або дискомфорту інших неприємних суб'єктивних відчуттів, що настають, незважаючи на проходження санітарно-гігієнічних і ергономічних вимог, режимів роботи і відпочинку, варто застосувати індивідуальний підхід в обмеженні часу робіт і корекції тривалості перерв для відпочинку, або проводити заміну іншими видами робіт (не пов'язаних з використанням комп'ютера).

## 5.3 Безпека праці при виконанні робіт на ПЕОМ

### 5.3.1 Вимоги безпеки праці перед початком роботи на ПЕОМ

По інструкції «З охорони праці для спеціалістів з експлуатаційної підтримки» керівник інструктується перед початком роботи первинним інструктажем.

Первинний інструктаж завжди проводиться на робочому місці з безпосереднім показом робіт (стажування один місяць). Потім, через кожні шість місяців проводиться повторний інструктаж,

Результати інструктажу заносяться в «Журнал реєстрації інструктажів з питань охорони праці». У журналі після проходження інструктажу повинен бути підпис людини, яка інструктувала та керівника. Далі підготовка робочого місця повинна виконуватися відповідно до нижче приведених пунктів:

* увімкнути систему кондиціонування повітря в приміщенні;
* оглянути робоче місце і привести його в порядок: переконатися, що на ньому немає сторонніх предметів; все устаткування і блоки ПЕОМ з'єднані із системним блоком за допомогою сполучних шнурів;
* перевірити надійність установки апаратури на робочому столі. Монітор повинен стояти не на краю столу. Повернути монітор так, щоб було зручно дивитися на екран – під прямим кутом (а не збоку) – та ледь зверху вниз, при цьому екран повинен бути ледь нахилений – нижній його край ближче до співробітника відділу;
* перевірити загальний стан апаратури, або перевірити чи справні електропроводка, сполучні шнури, штепсельні вилки, розетки, перевірити заземлення захисного екрана;
* відрегулювати висвітлення робочого місця;
* відрегулювати і зафіксувати висоту крісла, зручний для співробітника нахил його спинки;
* включити апаратуру комп'ютера перемикачами на корпусі в послідовності: стабілізатор напруги, монітор, принтер (якщо необхідний друк), системний блок;
* відрегулювати яскравість світіння екрана до яскравості навколишніх його поверхонь у робочій зоні і не більше 3:1;
* при виявленні яких-небудь несправностей роботу не починати, повідомити про це керівника робіт.

### 5.3.2 Вимоги безпеки праці під час роботи на ПЕОМ

У період роботи за ПЕОМ необхідно передбачати перерви для відпочинку, які мають бути оптимальної тривалості (надто тривалі ведуть до порушення готовності до дії та розладу динамічного стереотипу). Тому, через кожні 40 - 45 хвилин необхідно робити перерву на 3 - хвилини, а через 2 години - на 15 хвилин. Середня сумарна тривалість роботи за ПЕОМ на день не повинна перевищувати 4 годин, а на тиждень - 20 годин.

При використанні захисного екрана або монітора із зниженим випромінюванням час роботи за ПЕОМ може бути збільшено.

Шкідливою є одна й та сама поза протягом тривалого часу. Тому в положенні сидячі треба час від часу змінювати фіксовані робочі пози, робити короткочасні перерви.

Під час роботи на ПЕОМ напружуються м'язи рук. Для підтримки їх тонусу під час перерви рекомендується проводити гімнастичні вправи.

З метою зниження негативного впливу монотонної діяльності доцільно чергувати операції введення тексту і цифрових даних, редагування тексту.

Періодично рекомендується виконувати комплекс вправ для очей:

* дивитися на мітку на віконному склі, що знаходиться на відстані 30 см від очей, потім перевести погляд вдалину (повторити кілька разів);
* рухи очима по колу до 10 разів за годинною стрілкою та навпаки - спочатку швидко, потім якомога повільніше (повторити вправу з заплющеними очима);
* самомасаж заплющених очей та шкіри навколо очей пальцями.

Забороняється залишати ввімкнені ПЕОМ і пристрої без нагляду.

Підключення і відключення роз'ємних кабелів пристроїв ПЕОМ робити тільки при відключенні їх з мережі.

Не можна користуватися біля ПЕОМ аерозолями (дезодорантами, тощо).

Не допускати попадання води та інших рідин в середину пристроїв комп'ютера.

При наявності електроструму на корпусі припинити роботу, вимкнути ПЕОМ від електромережі, сповістити керівника.

У випадку виникнення у співробітника зорового або дискомфорту інших неприємних суб'єктивних відчуттів, що настають, незважаючи на проходження санітарно-гігієнічних і ергономічних вимог, режимів роботи і відпочинку, варто застосувати індивідуальний підхід в обмеженні часу робіт і корекції тривалості перерв для відпочинку, або проводити заміну іншими видами робіт (не пов'язаних з використанням комп'ютера).

### 5.3.3 Вимоги безпеки праці після закінчення роботи на ПЕОМ

При завершенні роботи користувач повинен:

* закінчити і записати в пам'ять комп'ютера файл, що знаходився в роботі. Вийти з програмної оболонки і повернутися в середовище операційної системи;
* вимкнути системний блок, принтер, інші периферійні пристрої (якщо вони підключені до комп'ютера), вимкнути монітор. Вимкнути стабілізатор живлення, якщо комп'ютер підключений до мережі через нього. Штепсельні вилки витягнути з розетки. Накрити клавіатуру кришкою для запобігання потрапляння на неї пилу;
* прибрати робоче місце. Забрати усі необхідні документи (чи покласти їх у шухляду);
* доповісти керівнику про всі виявлені недоліки в роботі ПЕОМ.

### 5.3.4 Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях

В разі ознак горіння (диму, запаху гару, тощо), припиненні подавання електроенергії або виявленні будь-яких несправностей необхідно негайно вимкнути ПЕОМ з електромережі. Якщо є потерпілі – надати їм першу медичну допомогу, викликати швидку допомогу за телефоном «103» або за телефоном найближчої медичної допомоги.

Якщо сталася пожежа, викликати пожежну частину за телефоном «101» та приступити до гасіння наявними засобами пожежогасіння. При виникненні аварійної ситуації виконувати всі вказівки керівника робіт по її усуненню.

# ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проекту було розроблено програмний продукт «Модуль інтеграції даних систем аналізу показників бортових систем діагностування локомотивів», що призначений для отримання статистичних даних та надання програмних інтерфейсів для аналізу отриманих даних. Також в ході виконання дипломного проекту були проаналізовано особливості розробки великих промислових додатків.

Для реалізації поставленої задачі були використані сучасні засоби для розробки web-додатків. Також було застосовано спеціалізоване програмне забезпечення для поєднання модулів додатку в єдиний програмний комплекс.

В ролі сховища даних виступає реляційна БД, що зберігає в собі інформацію про локомотиви, вузли, користувачів та власне самі статистичні данні. Сервер баз даних працює під керівництвом сучасної системи керування базами даних MySQL.

Статистичні данні, що надаються кінцевому споживачеві, передаються за допомогою протоколу HTTP. Це дозволило спростити доступ до програмного комплексу та його обслуговування для адміністраторів. Також використання протоколу HTTP та розроблений формат передачі даних суттєво спрощує розробку клієнтських додатків. Тому клієнтським додатком до розробленого модулю може виступати як мобільний пристрій чи браузер так і настільний додаток. Використані архітектурні рішення дозволяють використовувати розроблений програмний комплекс у багатьох екземплярах у разі великого навантаження на один фізичний сервер.

Також позитивною рисою розробленого сервісу є гнучкість, програмний продукт можу бути інтегрований в програмний комплекс що потребує в своїй роботі статистичних даних показників бортових систем діагностування локомотивів та допрацьований залежно від його потреб.

В процесі розробки використовувалися новітні підходи до розробки програмного забезпечення. Проектування програми виконувалося за допомогою мови формального опису UML. Для проектування бази даних використовувалися моделі сутностей, за якими були побудовані сутності для програми.

Розробка продукту була виконана для сучасної платформи Java 7, що забезпечило можливість роботи програмного продукту на будь якому сервері що підтримується Java. Також такий підхід зводить до мінімуму збитки від помилок в програмному продукті – у випадку помилки програма продовжить роботу, завершивши з помилкою лише збійний бізнес-процес.

# 

# ЛІТЕРАТУРА

1. ГКИУ. 468262.006 РЭ. Система диагностики «МАГИСТРАЛЬ-ДЭ1М». Руководство по эксплуатации.- Днеп.: УЭлНИИ. 1996.
2. Горский А.В., Воробьев А.А., Куанышев Б.М. Ремонт - только по результатам диагностики / Локомотив.- 1998.- № 12.- С. 37-39.
3. Михлик, В.М. Прогнозирование технического состояния машин. [Текст] / В.М. Михлик –М.: Колос, 1976. - 288с.
4. Фаулер М. Архитектура корпоративных программных приложений / М. Фаулер, Д. Райс, М. Фоммел, Э. Хайет, Р. Ми, Р. Стаффорд – Вильямс, 2007. – 544 с.
5. Фаулер М. UML. Основы. / М. Фаулер, К. Скотт; пер. с англ. А. Леоненков – СПб: Символ-Плюс, 2002. – 192 с.
6. «ER-модель данных» [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/ER-%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C_%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D1%85>.
7. «ООП» [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9E%D0%9E%D0%9F>.
8. «Interface» [Електронний ресурс] — Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Abstraction\_inversion
9. «Client–server model» [Електронний ресурс] — Режим доступу: http://en.wikipedia.org/wiki/Client%E2%80%93server\_model.
10. «CRC-карта» [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://ru.wikipedia.org/wiki/CRC-%D0%BA%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%B0>.
11. «Диаграммы UML» [Електронний ресурс] — Режим доступу:

<http://khpi-iip.mipk.kharkiv.edu/library/case/leon/gl8/gl8.html>.

1. Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / [Э. Гамма, Р. Хелм, Р. Джонсон, Дж. Влиссидес]. – СПб.: Питер, 2001. – 368 с.
2. «Паттерн ServiceLayer» [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://design-pattern.ru/patterns/service-layer.html>.
3. «Паттерн DTO» [Електронний ресурс] — Режим доступу: <http://design-pattern.ru/patterns/data-transfer-object.html>
4. «GNU General Public License» [Електронний ресурс] — Режим доступу: http://www.gnu.org/licenses/gpl-2.0.html
5. ДСанПіН 3.3.2-007-98 «Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин».
6. НПАОП 0.00-1.31-99 «Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин».
7. ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять»
8. НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків .та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».
9. ДБН В.2.5-56:2010 «Пожежна автоматика будинків і споруджень».
10. ДСН 3.3.6.037-99 «Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку».
11. ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».