

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ**

**ФІНАЖИН МИКИТА ФЕДОРОВИЧ**

**УДК 004.588**

**ПРОГРАМНО-АПАРATНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ОЦІНКИ  
ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ  
РОБОЧИХ МІСЦЬ НА ОСНОВІ ПЛАТФОРМИ STM32**

**Автореферат кваліфікаційної роботи на здобуття  
ступеня вищої освіти «Бакалавр»**

Спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечення

Освітня кваліфікація

«Бакалавр з інженерії програмного забезпечення»

**Миколаїв – 2020**

Кваліфікаційною роботою є рукопис.

Робота виконана в Чорноморському національному університеті імені Петра Могили Міністерства освіти і науки України на кафедрі інженерії програмного забезпечення.

Науковий керівник: д-р техн. наук, доцент, доцент  
кафедри комп'ютерної інженерії  
Журавська Ірина Миколаївна

Рецензент: канд. пед. наук, доцент, доцент  
кафедри інтелектуальних  
інформаційних систем  
Болюбаш Надія Миколаївна

Захист відбудеться «26» червня 2019 р. о 9:00 годині на засіданні екзаменаційної комісії (ауд. 2-403) у Чорноморському національному університеті імені Петра Могили за адресою: вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, 54003.

З дипломною роботою можна ознайомитися в бібліотеці Чорноморського національного університету імені Петра Могили за адресою: вул. 68 Десантників, 10, м. Миколаїв, 54003.

Автореферат представлений «20» червня 2019 р.

Секретар  
екзаменаційної комісії,  
ст.викл.

І. О. Кандиба

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Розробка промислово-дослідних зразків діагностувально-тренувальних (надалі – ДТ) приладів, орієнтованих на окремі професійні навички, сприятиме розгортанню ефективного центру підготовки та перепідготовки фахівців у найкоротші терміни в навчальних приміщеннях обмеженої площі.

Саме для того, щоб у операторів на подібних складних технічних об'єктах з'явилась можливість завчасно та більш якісно себе підготувати, актуальним є розробка малогабаритного приладу, який зможе допомогти у підвищенні або перекваліфікації зазначених фахівців.

**Мета дослідження.** Метою дослідження є підвищення ефективності навчання операторів складних технічних систем зі змінним положенням об'єкта керування у 3D-просторі за рахунок розробки програмно-апаратного забезпечення на основі платформи STM32. Практичне значення отриманих результатів.

**Практичне значення** розроблюваного програмно-апаратного забезпечення малогабаритних тренажерів НТАКК полягає в забезпеченні високої ефективності і якості навчання операторів складних технічних систем, що підтверджено **впровадженням** результатів роботи у держбюджетну НДР ЧНУ ім. Петра Могили «Розроблення найсучаснішого інтерактивного навчально-тренажерного та аналітично-консультативного комплексу військово-цивільного призначення» (заключний звіт, № держ. реєстрації 0118U000193, 2018–2019 рр., наук. керівник проф. Фісун М. Т.).

**Структура дипломної роботи.** Пояснювальна записка до дипломної роботи складається із вступу, 4 розділів, висновків, додатків. Загальний обсяг роботи складає 79 сторінки, 43 рисунків, 7 таблиць та 10 посилань на літературні джерела.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі обґрунтовано та наведено актуальність дипломної роботи, описано практичне застосування розроблюваного проекту, визначено об'єкт дослідження, який представлено та висвітлено у ході роботи над дипломним проектом. Вступний розділ вміщує опис предмета дослідження та опис с чого саме він складається. Описано мету дослідження, які завдання необхідно було виконати для досягнення мети, які методи дослідження використано, та описано практичне значення розроблюваного приладу.

У першому розділі проводиться аналіз предметної області, наводиться детальна інформація о цілях розроблюваного пристрою. Отримується можливість оцінити вдалість застосування гіроскопа і акселерометра – в рухомих напівавтоматичних і автоматичних системах. Також отримано можливість ознайомитися з перевагами обраного мікроконтролеру у порівнянні з іншими лінійками мікроконтролерів.

Окрім того, описано роботу датчика MPU6050, що надає можливість ознайомитись з його плюсами. Потрібно виділити, що датчики зчитують динамічні параметри рухомого об'єкта, які вимірює модуль 3-осьового гіроскопа і акселерометра: тангаж (ніс вгору і вниз), рискання (ніс вліво і вправо) і крен (за годинниковою стрілкою або проти годинникової стрілки, дивлячись з кабіни оператора на об'єкт). Ці параметри в навігаційній системі подаються у мікроконтролер (МК), який розраховує поточний стан.

Обґрунтування вибору технічного забезпечення ведеться за допомогою порівняння обраної комплексної системи з вже існуючими аналогам, які можуть виступати конкурентами. В даній частині розділу неведена функціональна можливість існуючих програмних та апаратних система та оцінено їх плюси та мінуси, у порівнянні з розроблюваним проектом.

Діаграми у розглянутому розділі надають можливість графічно оцінити розроблений проект на найвищому рівні, що надає можливість представлення схеми роботи пристрою із користувачем (рис. 1).

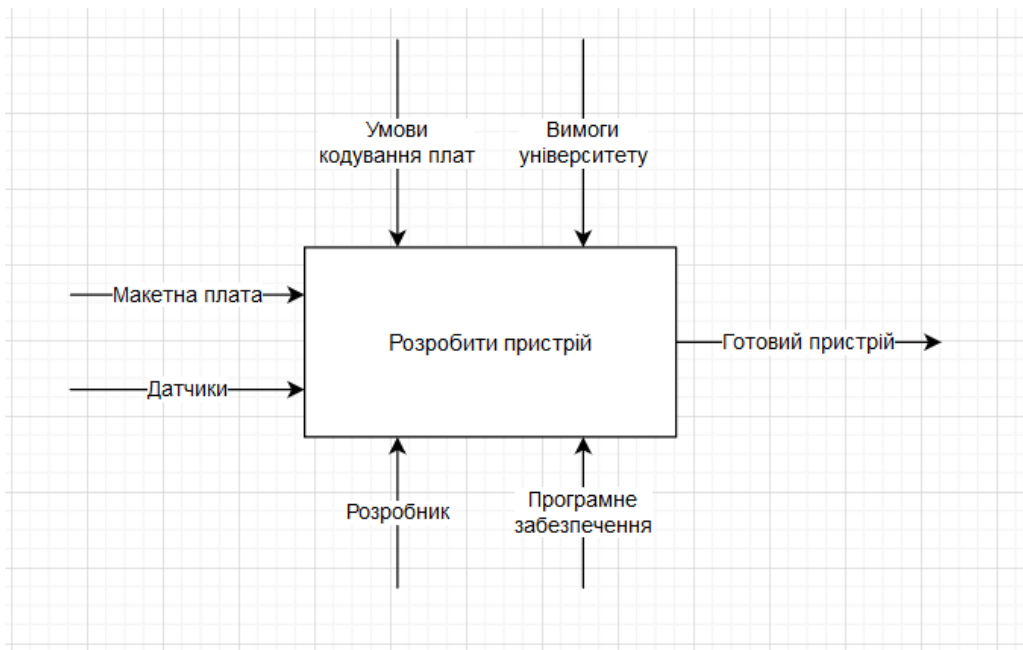


Рисунок 1 – IDEF0-діаграма першого рівню

У другому розділі презентується функціональна частина розроблюваного проекту та надаються моделі інформаційних потоків.

Основною функцією розроблюваного пристрою є діагностування спроможності оператора вчасно та точно виконати зазначені дії у 3D-просторі та задля тренування відповідних навичок.

Функціональність приладу можна оцінити за допомогою розроблених діаграм опису бізнес процесів, діаграм потоків даних та діаграм документування процесів системи (рис. 2–4).

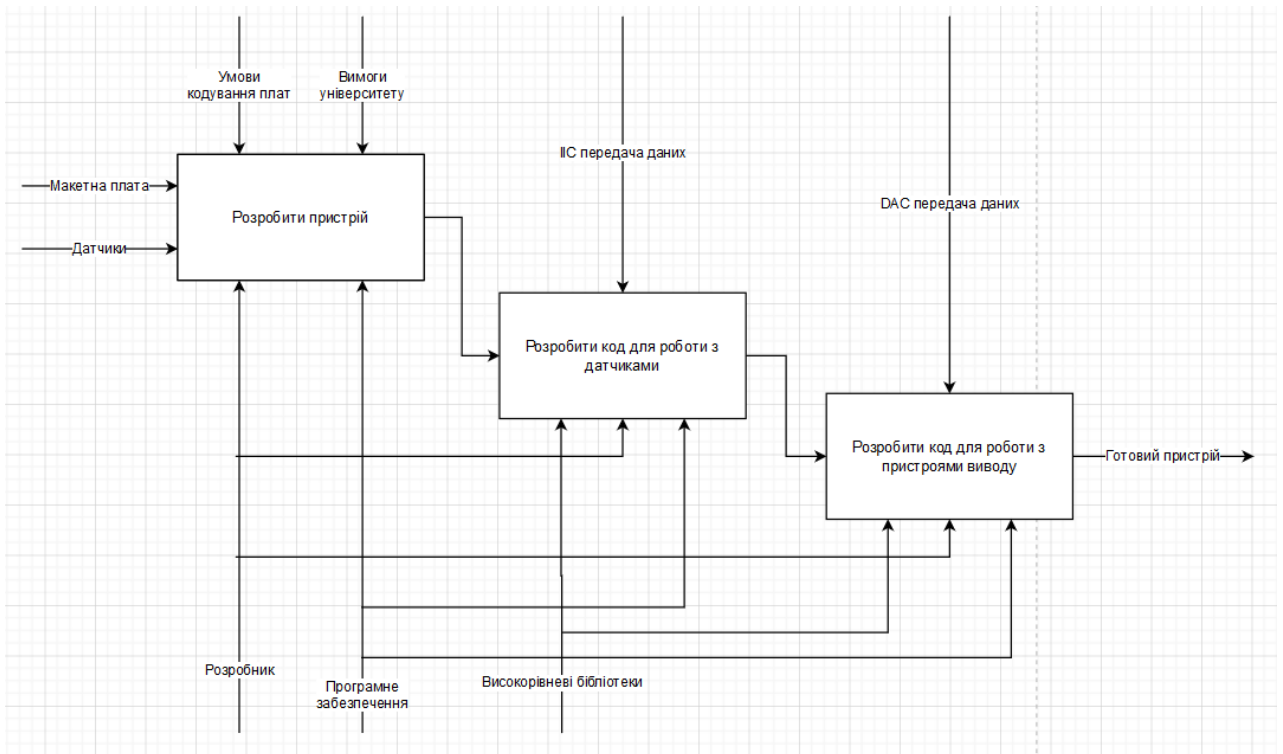


Рисунок 2 – IDEF0-діаграма

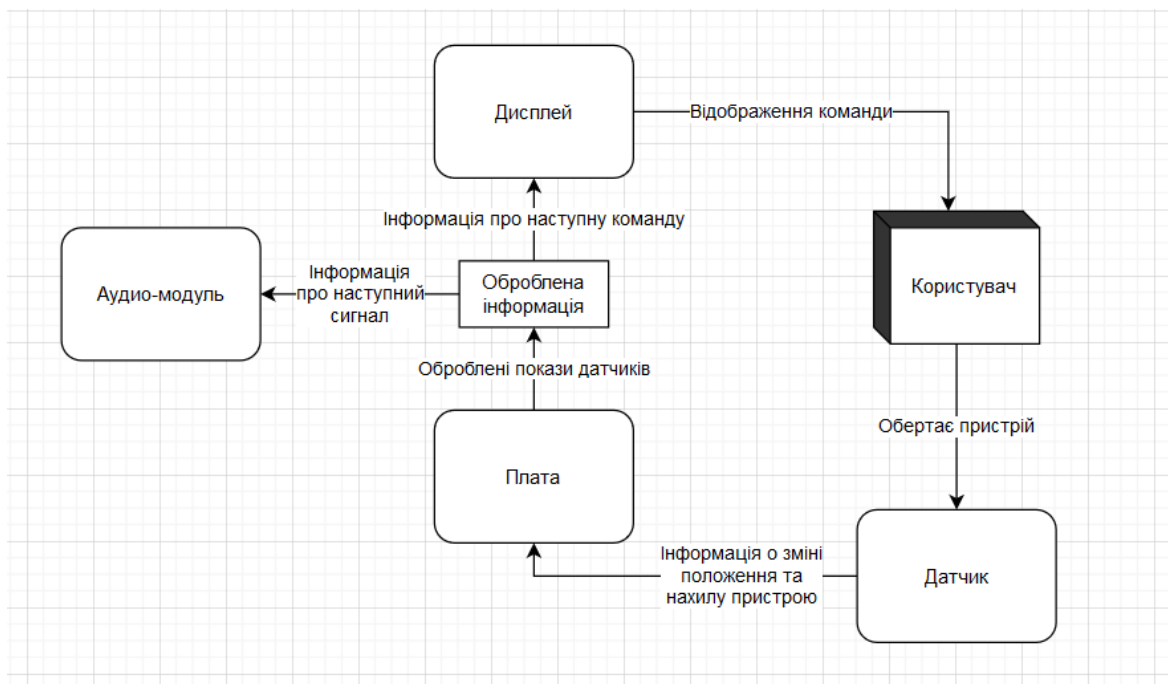


Рисунок 3 – DFD-діаграма першого рівня

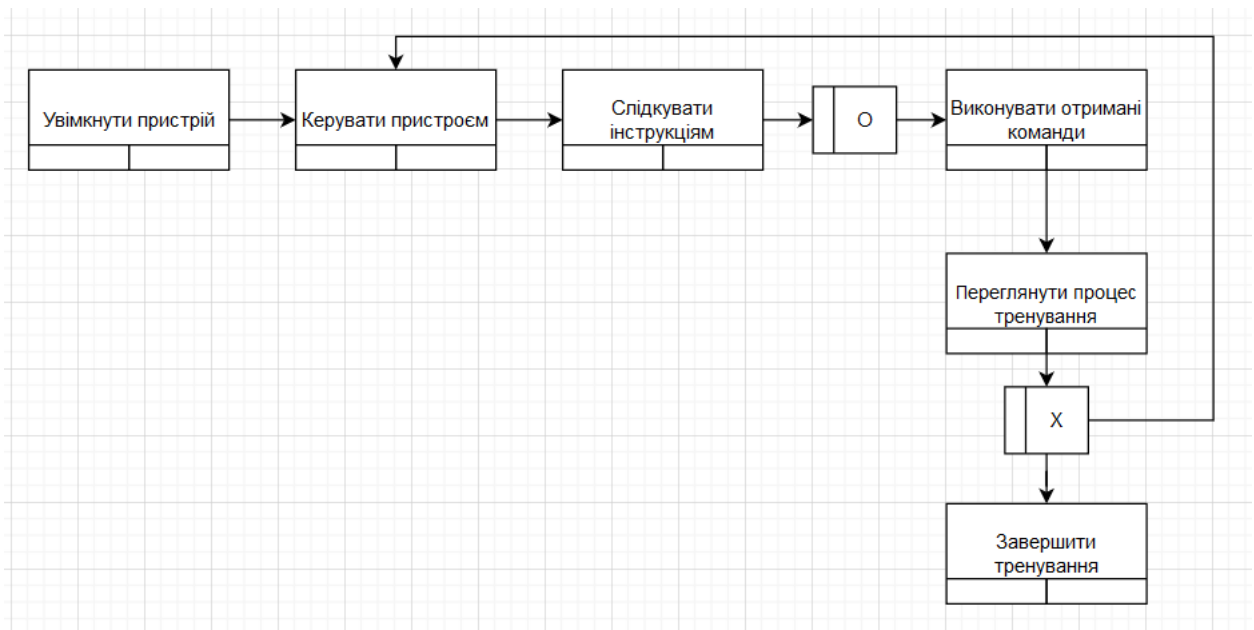


Рисунок 4 – IDEF3-діаграма

Наведені вище діаграми використовуються на протязі багатьох років спеціалістами у галузі комп'ютерних наук та довели доречність свого використання. Кожна наведена діаграма надає можливість ознайомитись з окремими компонентами системи та є оптимальним рішенням для представлення роботи системи іншому професійному спеціалісту.

**У третьому розділі** представлено архітектуру програмного забезпечення, наведено обґрунтування обраних технологій та мов програмування, обґрунтовано обрані бібліотеки та розроблено ряд діаграм для опису роботи пристрою.

Розробка програмного забезпечення для роботи компонентів системи велосся за допомогою середовища розробки Keil uVision. Дане програмне забезпечення представляє професійну середовище, яке надає можливість зручного реалізування дипломного проекту.

Серед використаних можливо виділити HAL. Зазначена бібліотека розповсюджується компанією ST, які є розробниками лінійки мікроконтролерів STM32, використаних у процесі роботи над дипломною роботою. Бібліотека

надає можливість абстрагуватися від необхідності вказувати усі біти та адреса у ручну. ST розробили необхідне API, яке має ряд необхідних функцій і завчасно визначенні змінні для різних задач (GPIO, I2C, Timer, LCD і т. д.).

Окрім того, на офіційному сайті є можливість завантажити програму CubeMX, у якій за допомогою візуального редактора можна визначити піни, які надалі будуть використовуватися. Програма, окрім того, надає можливість вибору плати за визначеними характеристиками. Тобто, можна заздалегідь продумати, що саме буде реалізоване на МК, а після цього програма CubeMX підбере необхідну плату для замовлення.

Ознайомитися із роботою програмного забезпечення та суттю роботи приладу можливо завдяки використанню UML-діаграм. UML був створений для визначення, візуалізації, проектування й документування в основному програмних систем. UML не є мовою програмування, але в засобах виконання UML-моделей як інтерпретованого коду можлива кодогенерація. Діаграми дають можливість представити систему у такому вигляді, щоб її можна було легко перевести в програмний код.

Основною причиною використання мови UML є спілкування розробників між собою.

Низку діаграм із третього розділу наведено нижче. Дані діаграми описують роботу приладу з різних боків, для більш детального ознайомлення з його принципами роботи (рис. 5 – 7).



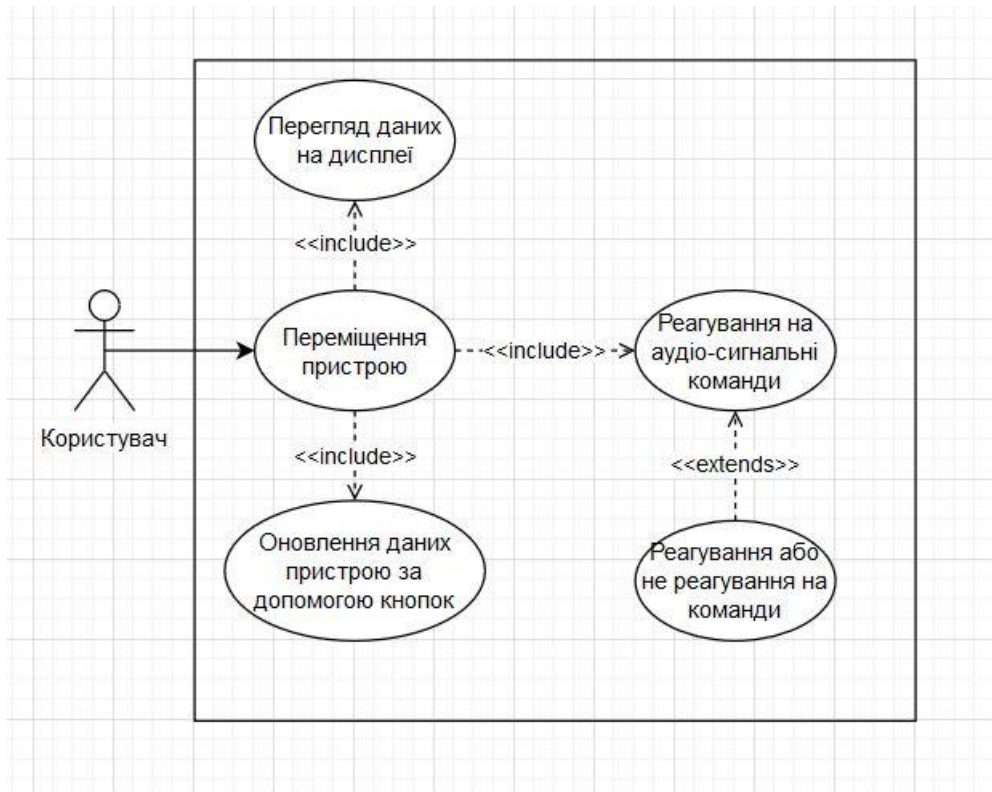


Рисунок 5 – Діаграма використання

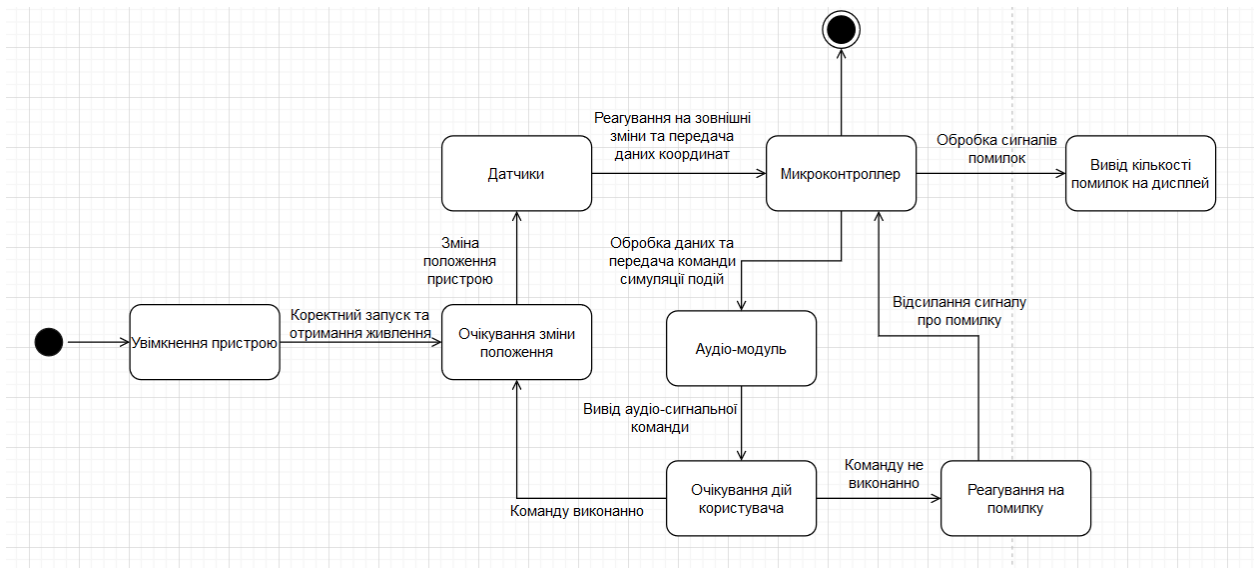


Рисунок 6 – Діаграма переходу станів

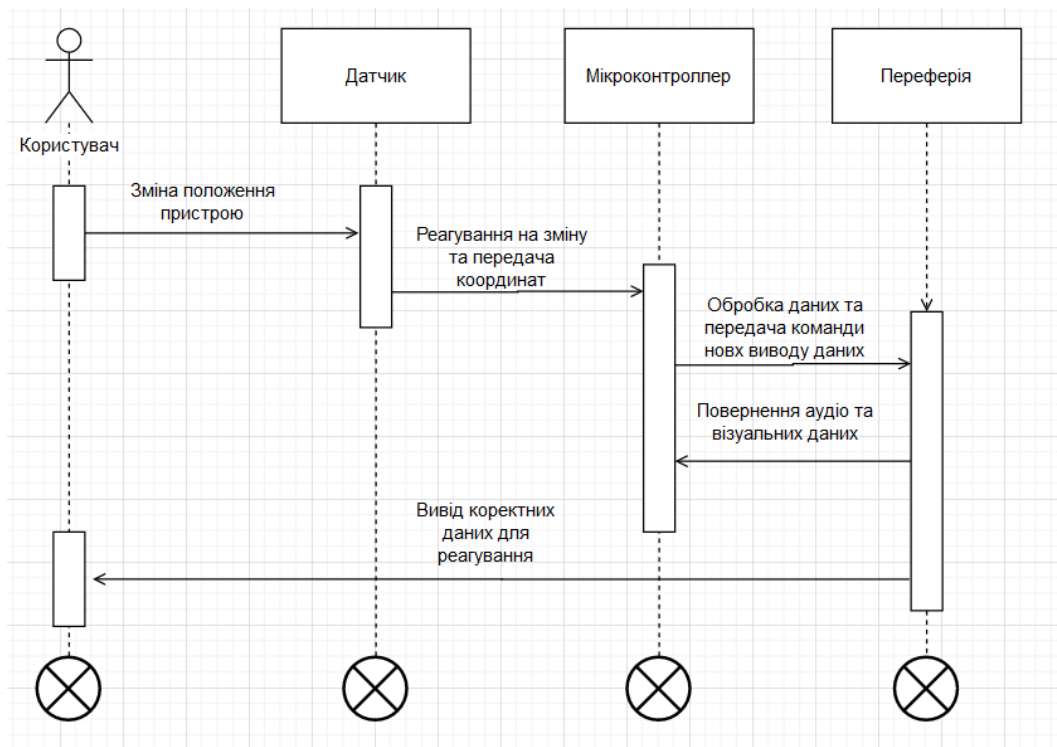


Рисунок 7 – Діаграма послідовності

У четвертому розділі представлені результати кодування, тестування та аналізу тестів розроблюваного програмного забезпечення.

Наведені у цьому розділі блоки коду надають можливість переглянути, як саме реалізовано основну функціональність окремих модулів системи.

Даний розділ надає можливість переглянути проведені тести системи, для переконання у повній справності системи та відповідності фінальних функціональних можливостей, поставленим у початку роботи над дипломним проектом.

Також четвертий розділ надає можливість ознайомитися із фінальним інтерфейсом дипломного проекту та переглянути представлене керівництво користувача.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Результатом роботи над дипломним проектом став пристрій на базі STM32 під назвою «REFLEX T3D». Розроблений проект виконав та реалізував усі поставлені задачі та функції системи.

Пристрій отримав комерційну спроможність та у подальшому має можливість вийти на ринок, як готове рішення для пілотів авіаційної, підводної, ракетної, космічної та військової техніки.

Проектне рішення реалізувало усі необхідні для подальшого користувача можливості, а саме: коректне зчитування даних під час тренування, аудіо та візуальне представлення даних та перегляд результатів тренування.

Результати проведених тестувань надають можливість впевнитись у ефективності проведення тренувальних занять з використанням розробленого приладу. Окрім цього, з отриманих результатів отримана можливість оцінити ефективність обраного мікроконтролера STM32 з сімейства приладів розроблених компанією ST.

## **АНОТАЦІЯ**

**Фінажин Микита Федорович. Програмно-апаратне забезпечення оцінки ефективності використання автоматизованих робочих місць на основі платформи STM32.** – На правах рукопису.

Бакалаврська кваліфікаційна робота на здобуття освітньої кваліфікації «Бакалавр з інженерії програмного забезпечення». – Чорноморський національний університет імені Петра Могили, Миколаїв, 2020.

**Об'єктом дослідження** є процес тренування дій операторів складних технічних систем при змінному положенні об'єкта керування у 3D-просторі.

**Предметом дослідження** є діагностично-тренувальні прилади (надалі ДТ-прилади), засновані на використанні модуля гіроскопа та акселерометра, а також програмне забезпечення («скетчі») модулів зазначених ДТ-приладів.

**Метою дослідження** є підвищення ефективності навчання операторів складних технічних систем зі змінним положенням об'єкта керування у 3D-просторі за рахунок розробки програмно-апаратного забезпечення на основі платформи STM32.

**Методами дослідження** є аналіз, проектування та алгоритмізація рішень, програмне кодування прошивок модулів, тестування.

Дипломна робота включає в себе загальні відомості щодо даної предметної галузі, проєкт програмного забезпечення, розділи з охорони праці. До розділів входять основні відомості програмного продукту, його характеристики, проблеми та їх рішення.

Дипломний проєкт викладений на 79 аркушах, містить 3 додатки, 7 таблиць, 43 рисунки, перелік джерел посилання з 10 найменувань.

***Ключові слова:** навчально-тренажерний комплекс, пульт керування, діагностично-тренувальний прилад, платформа STM32, гіроскоп, акселерометр, програмно-апаратне забезпечення, мікроконтролер, датчики контролю положення*

## **ABSTRACT**

**Fynazhyn Mykyta Fedorovych. Software and hardware to assess the effectiveness of the use of automated workplaces based on the STM32 platform.**

– On the rights of the manuscript.

Bachelor's work for obtaining an educational qualification "Bachelor of Software Engineering". – Petro Mohyla Black Sea National University, Mykolaiv, 2020.

**The object** of research is the process of training the actions of operators of complex technical systems in the variable position of the control object in 3D space.

**The subject** of the study is diagnostic and training devices (hereinafter DT-devices), based on the use of the gyroscope and accelerometer module, as well as software ("sketches") of the modules of these DT-devices.

**The study's aim** is to increase the training efficiency of operators of complex technical systems with a variable position of the control object in 3D space through the development of software and hardware, based on the STM32 platform.

**Research methods** are analysis, design and algorithmization of solutions, software coding of module firmware, testing.

The thesis includes general information of the subject area, software project, sections on labor protection and feasibility study, terms of reference. The sections include basic information about the software product, its characteristics, problems and their solutions.

The diploma work is presented on 79 sheets, contains 3 appendices, 7 tables, 43 figures, 10 references.

**Keywords:** *studying and training complex, control unit, diagnostic and training device, STM32 platform, gyroscope, accelerometer, software and hardware, microcontroller, position sensors*