

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ПРОГРАМНОЇ  
ІНЖЕНЕРІЇ

**СУДОМИР ВАЛЕНТИН ПЕТРОВИЧ**

УДК 004.62

**МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДЛЯ ФУНКЦІЙНОГО ПРОГРАМУВАННЯ  
МІКРОКОНТРОЛЕРІВ**

123 «Комп'ютерна інженерія»

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2019

Роботу виконано на кафедрі комп'ютерних систем та мереж Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

**Керівник роботи:** кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж  
**Луцків Андрій Мирославович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,

**Рецензент:** кандидат фізико-математичних наук, доцент, завідуючий кафедри фізики  
**Скоренький Юрій Любомирович,**  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Захист відбудеться 27 грудня 2019 р. о 9<sup>00</sup> годині на засіданні екзаменаційної комісії № 37 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Руська, 56, навчальний корпус №1, ауд.1-603

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми роботи.** Сучасні мови програмування мікроконтролерів при створенні програмного забезпечення в основному відносяться, до імперативних та об'єктно-орієнтованих парадигми. Популярність використання мов що належать до цих парадигм, пояснюється тим, що простотою використання, а також надійністю, високою продуктивністю та сумісністю з великою кількістю уже написаних бібліотек для використання зовнішніх пристроїв нахшталт датчиків. Проте останнім часом все популярнішою стає функційна парадигма програмування. Сучасні найбільш популярні об'єктно орієнтовані мови програмування для повноцінних комп'ютерів, такі як C# та Java, уже підтримують багато корисних особливостей функційного програмування. Для програмування мікроконтролерів теж було б корисно все частіше використовувати функційну парадигму і в особливості мову програмування Haskell, код програм на якій значно менший та зрозуміліший читачеві при написанні аналогічних програм ніж імперативними мовами.

**Метою роботи** є дослідження методів та засобів для функційного програмування мікроконтролерів.

Для досягнення поставленої мети потрібно розв'язати такі задачі:

- проаналізувати імперативну, об'єктно орієнтовану та функційну парадигми програмування, визначити переваги та недоліки кожної з них та порівняти;
- проаналізувати задачі які стоять при програмуванні мікроконтролерів;
- проаналізувати функційну парадигму та провести компаративний її аналіз з іншими парадигмами програмування, які застосовуються при програмуванні мікроконтролерів;
- обґрунтувати доцільність використання однієї з парадигм;
- провести верифікацію запропонованих підходів, шляхом прототипу;
- розробити рекомендації, яких необхідно дотримуватись при програмуванні мікроконтролерів з використанням запропонованої парадигми.

**Об'єкт дослідження:** процес вибору парадигми та мови при написанні програмного забезпечення для мікроконтролерів.

**Предмет дослідження:** технології для програмування мікроконтролерів використовуючи функційну парадигму програмування.

**Методи дослідження.** Для вирішення поставлених задач використано наступні методи теорії програмування та математичної статистики, об'єктно орієнтований, імперативний та функційний підхід до розробки програм.

### **Наукова новизна одержаних результатів:**

– уперше запропоновано метод програмування мікроконтролерів використовуючи функційну парадигму програмування мовами Haskell або C++, проведено дослідження що до ефективності використання функційної парадигми при створенні програмного забезпечення для мікроконтролерів, та порівняння її до об'єктно-орієнтованої та імперативної парадигм.

– Проведено експеримент, в ході якого порівнювалась швидкість написання програмного продукту використовуючи різні парадигми програмування.

**Практичне значення одержаних результатів.** Розроблені рекомендації та практики дають змогу вибирати кращу парадигму для написання програмного продукту для мікроконтролера в залежності від функцій які він має виконувати.

**Публікації.** Результати дослідження апробовано на II міжнародній студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (25-26 квітня 2019 р.) та VIII міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 р.) Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя у вигляді тез конференцій.

**Структура роботи.** Робота складається з пояснювальної записки та графічної частини. Пояснювальна записка складається із вступу, шести розділів, висновків, список використаних джерел та додатків. Обсяг роботи: пояснювальна записка – 107 аркушів формату А4, графічна частина – 10 аркушів формату А1.

## **ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

**У вступі** обґрунтовано актуальність дослідження, мету роботи, задачі, об'єкт, предмет, наукову новизну, практичне значення та публікації дипломних досліджень.

**У першому розділі роботи «Аналіз предметної області програмування мікроконтролерів»** описано різницю між мікрокомп'ютерами, мікропроцесорами та мікроконтролерами, описано різницю між ними. Описано сучасні методи які використовуються для програмування мікроконтролерів. Описане та проаналізоване поняття парадигми програмування, для чого воно існує і де застосовується.

**У другому розділі «Математичне забезпечення функційної парадигми»** проаналізовано функційну парадигму та проведено компаративний її аналіз з іншими парадигмами програмування, які застосовуються при програмуванні

мікроконтролерів. Описано математичне забезпечення функційної парадигми програмування.

**У третьому розділі «Розробка програм на функційних мовах»** розглянуто інструменти за допомогою яких можливо створювати програмне забезпечення для мікроконтролерів на функційних мовах програмування. Проведено верифікацію запропонованих підходів, шляхом створення прототипу. Розроблено рекомендації, яких необхідно дотримуватись при програмуванні мікроконтролерів з використанням запропонованої парадигми.

**У четвертому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** зроблено обчислення показників економічної ефективності від застосування функційної парадигми програмування при створенні програмного продукту у порівнянні з об'єктно-орієнтованою парадигмою.

**П'ятий розділ роботи «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** проведено аналіз вимог з охорони праці і техніки безпеки при використанні комп'ютерної техніки, розглянуто небезпечні і шкідливі фактори при роботі з комп'ютерними системами, а також наслідки їх дії і описано заходи, щодо запобігання цих факторів. Розраховано потреби ОГД в захисних спорудах і їх оснащення.

**Шостий розділ роботи «Екологія»** розглянуто як проводити статистичний аналіз екологічності виробництва, як правильно проводити оцінку екологічності підприємства. Також описані способи роботи з банками екологічної інформації.

## **ВИСНОВКИ**

У даній магістерській роботі проаналізовано та описано існуючі парадигми програмування для програмування мікроконтролерів, описано математичне забезпечення функційної парадигми програмування. Основні результати та висновки проведених теоретичних та експериментальних досліджень такі:

- проаналізовано імперативну, об'єктно орієнтовану та функційну парадигми програмування, порівняно ці парадигми та визначено переваги та недоліки кожної;
- проаналізовано задачі які стоять перед програмістом при програмуванні мікроконтролерів;
- проаналізовано функційну парадигму та проведено компаративний її аналіз з іншими парадигмами програмування, які застосовуються при програмуванні мікроконтролерів;
- обґрунтовано доцільність використання функційної парадигми;

– проведено верифікацію запропонованих підходів, шляхом створення прототипу;

– розроблено рекомендації, яких необхідно дотримуватись при програмуванні мікроконтролерів з використанням запропонованої парадигми.

Було здійснено економічні розрахунки, спрямовані на визначення економічної ефективності та вартості написання однакових програмних продуктів для мікроконтролерів використовуючи функційну та імперативну парадигми програмування, а також порівняні ці результати.

Розглянуто та описано вимоги з охорони праці та техніки безпеки відповідно до нормативних документів щодо: організації робочого місця, електробезпеки, шуму та вібрації, освітленості, мікроклімату та пожежної безпеки. Розглянуто поставлені питання екології які стосуються магістерської роботи.

## **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Судомир В. П. Використання функційної парадигми при програмуванні мікроконтролерів / В.П. Судомир, А. М. Луцків// Матеріали II міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання» (25-26 квітня 2019 року) – Тернопіль, ТНТУ – 2019 – с. 52

2. Судомир В. П., Луцків А. М. к.т.н., доц. Потокова модель даних при функційному програмуванні мікроконтролерів / В.П. Судомир, А. М. Луцків// Матеріали VIII міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 року) – Тернопіль, ТНТУ – 2019 – с. 96

## АНОТАЦІЯ

Дипломна робота // Методи та засоби для функційного програмування мікроконтролерів // Судомира Валентина Петровича // Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет комп'ютерно - інформаційних систем та програмної інженерії. Кафедра комп'ютерних систем та мереж // група СІм-62 // Тернопіль, 2019 р. // с. - 107, рис. - 41, бібліогр. - 27.

Ключові слова: ПАРАДИГМА ПРОГРАМУВАННЯ, МІКРОКОНТРОЛЕР, ФУНКЦІЙНА, ОБ'ЄКТНО-ОРІЄНТОВАНА, ІМПЕРАТИВНА.

Темою даної дипломної роботи є «Методи та засоби для функційного програмування мікроконтролерів».

Мета роботи полягає у дослідженні методів та засобів для функційного програмування мікроконтролерів.

У дипломній роботі проаналізовано сучасні парадигми програмування, які використовуються при програмуванні мікроконтролерів, описано кожен з них та порівняно; обґрунтовано вибір оптимальної парадигми програмування для мікроконтролерів.

На основі проведених досліджень було розроблено рекомендації щодо вибору парадигми та мови для програмування мікроконтролерів.

## ANNOTATION

Graduate thesis // Methods and tools for microcontrollers` functional programming // Sudomyr Valentyn Petrovych // Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Faculty of Computer Information Systems and Software Engineering. Computer Systems and Networks Department // group CIM-62 // Ternopil, 2019 y. // pages - 107, imges - 41, bibliography - 27.

Keywords: PROGRAMMING PARADIGM, MICROCONTROLLER FUNCTIONAL, OBJECT-ORIENTED, IMPERATIVE.

The topic of this thesis is " Methods and tools for microcontrollers` functional programming ".

The purpose of the work is to investigate methods and tools for functional programming of microcontrollers.

The thesis analyzes modern programming paradigms used in programming microcontrollers, describes each of them and compare them; justified the choice of the optimal programming paradigm for microcontrollers.

Based on the conducted research, recommendations were developed regarding the choice of paradigm and language for programming of microcontrollers.