

РЕЦЕНЗИЯ на

дисертационен труд

за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в

област на висше образование: 5. Технически науки професионално

направление: 5.3. Комуникационна и компютърна техника докторска

**програма: Автоматизация на инженерния труд и системи за
автоматизирано проектиране**

Автор: Илиан Цвятков Върбов

Катедра „Компютърни системи и технологии”, Технически университет –
Габрово

Тема: „Моделиране и симулиране на компоненти на компютърните системи“

Рецензент: Проф. д-р Станислав Симеонов,

Бургаски държавен университет „Проф. д-р Асен Златаров“

Настоящата рецензия е подготвена въз основа на Заповед № 3-01156/06.04.2026 г. на Ректора на Технически университет – Габрово за определяне на рецензенти.

1. Тема и актуалност на дисертационния труд

Развитието на компютърните технологии през последните десетилетия се характеризира с непрекъснато увеличаване на сложността, както и с процеси на миниатюризация и по-висока степен на интеграция. Традиционните подходи за ръчно проектиране и тестване вече не са достатъчно ефективни при разработването на съвременни микропроцесори, памети и периферни устройства. Поради тази причина моделирането и симулирането на хардуерни компоненти се превръщат в задължителна част от процеса на проектиране. Чрез тях се осигурява възможност за ранно откриване

на грешки, подобряване на архитектурните решения и съкращаване на времето, необходимо за разработка.

Тематиката, в представения дисертационен труд е интересна и актуална. Тя е свързана с изследователска дейност по отношение на моделиране и симулиране на основни компоненти от компютърните системи.

Още в началото на Дисертационния труд (стр. 7) се дефинира целта на Дисертационния труд: **да се разработят и анализират модели на основни компоненти на компютърни системи с използване на съвременни езици за описание на хардуер и среди за симулация, да се създаде и имплементира модел на микропроцесор с AVR архитектура върху FPGA платформа.**

За постигане на тази цел са поставени за решаване следните задачи:

1. Да се анализира състоянието на изследванията в областта на моделирането на компютърни системи и компоненти.
2. Да се разработят модели на цифрови схеми и основни компоненти на компютърните системи с използване на съвременните езици за описание на хардуер VHDL и Verilog.
3. Да се изследват разработените модели на цифрови схеми и основни компоненти на компютърните системи.
4. Да се разработят модели на микропроцесор с RISC архитектура като се използват езиците за хардуерно описание TL-Verilog, Verilog и VHDL.
5. Да се изследват предложените модели на микропроцесор с RISC-V архитектура.
6. Да се разработи модел на микропроцесор с AVR архитектура на регистрово ниво.
7. Да се имплементира модел на микропроцесор с AVR архитектура върху FPGA платформа.

Формулирана е и хипотезата: **използването на HDL езици и модерни симулационни среди позволява по-голяма точност при моделирането на хардуерни блокове, намалява времето за разработка и води до по-ефективни архитектурни решения.**

2. Степен на познаване състоянието на проблема

Докторантът демонстрира задълбочено познаване на състоянието на проблемите по темата на дисертацията, изразено както чрез обхвата, така и чрез дълбочината на интерпретациите на използваните източници в осъществения литературен обзор. Списъкът на използваната литература включва 47 източника.

Литературните източници са актуални. Определено може да се твърди, че същите се познават от автора практически в пълен обем и са в основата на развитието на предложения труд. Те са надлежно цитирани.

3. Съдържание и резултати на дисертационния труд

Дисертационният труд е в общ обем от 197 страници. Структуриран е в увод, четири глави, приноси, списък с публикациите по темата на дисертацията, списък на използваната литература и две приложения. Всяка от главите завършва с изводи.

Първа глава, озаглавена „Анализ на състоянието по темата на дисертацията“, представя основните компоненти на компютърните системи и техните функции. Разглеждат се езиците за описание на хардуер, техните приложения и предимства, както и основните принципи на компютърното моделиране и симулация. Представени са използваните среди за моделиране и симулиране на хардуерни компоненти. Много добро впечатление прави сравнителния анализ между езиците за описание на апаратната част, на база техните основни характеристики (стр.23). На това място можеше да се добави и заключение относно предпочитанията на автора по отношение на това сравнение, с конкретните причини за това. Сравнителният анализ между симулационните среди (стр. 29) е по стойностен, поради наличието на мотивирано решение. На стр. 30, на база на литературния обзор се дефинират целта и задачите на настоящата работа, които споменах в началото на рецензията. Приемам, че докторантът се е съобразил с вътрешни за ТУ-Габрово изисквания, които аз лично не забелязах в правилниците на университета.

Втора глава е посветена на моделирането и симулацията на основни цифрови схеми и функционални блокове, използвани в компютърните системи. Представени са създадените модели на аритметично-логически устройства, памет, мултиплексори, броячи, регистри и други елементи, изградени с различни HDL езици. Представеният материал е онагледен с множество схеми, графики и симулации.

Трета глава разглежда процеса на моделиране на RISC архитектури на микропроцесори с използване на езиците за хардуерно описание VHDL, Verilog и TLVerilog. Представени са създадените модели и получените резултати от тяхната симулация. Тези модели позволяват да се проследи процесът на работа на микропроцесора, в отделните етапи на обработката на инструкциите. Резултатите от проведените симулации потвърждават коректността на предложените модели.

Четвърта глава представя моделирането на микропроцесор с AVR архитектура и неговата имплементация на върху FPGA платформа. Анализира се работата на отделните блокове, синтеза и симулацията на целия модел, както и приложимостта му при проектиране на хардуерни системи. Моделирането на процесор с AVR архитектура, представляваща **8-битова RISC микроконтролерна архитектура**, разработена за ефективно изпълнение на инструкции и ниска консумация на енергия. Тези архитектури са на базата на **Harvard архитектура**, при която програмната памет и паметта данни са разделени. Това позволява едновременно извличане на инструкции и обработка на данни. Ядрото на процесора разполага с **32 универсални 8-битови регистра**, които са директно свързани с аритметично-логическото устройство. Благодарение на тази организация повечето инструкции се изпълняват в рамките на **един тактов цикъл**, което осигурява висока производителност при вградени системи. AVR архитектурата се използва широко в различни микроконтролери,

4. Приноси на дисертационния труд

Приемам постигнатите резултати в дисертационния труд на докторанта, като представените приноси определям като научноприложни и приложни, като лично ги разделям по следния начин:

I. Научно-приложни приноси

1. Създадени са модели на основни цифрови компоненти на компютърните системи – аритметично-логически устройства, памет с произволен достъп, мултиплексори, демултиплексори, шифратори, дешифратори, броячи, регистри и компаратори – реализирани чрез езиците за хардуерно описание VHDL и Verilog.
2. Разработени са модели на микропроцесори с RISC архитектура на базата на езиците за хардуерно описание TL-Verilog, Verilog и VHDL. Чрез тези модели е изследвана организацията и взаимодействието между основните блокове – аритметично-логическо устройство, регистров файл, памет и контролен блок.
3. Разработен е модел на микропроцесор с AVR архитектура на регистрово ниво.

II. Приложни приноси

1. Имплементиран е модел на микропроцесор с AVR архитектура върху FPGA платформа.
2. Направена е оценка на производителността и ресурсната ефективност на HDL модели при имплементация върху FPGA, която може да се използва за оптимизация на бъдещи проекти.
3. Направен е сравнителен анализ на съществуващите разработки и предложените модели на микропроцесори с RISC и AVR архитектури.

5. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Към документите са приложени 7 публикации. Всички публикации са направени в периода на докторантура. Приемам за равностойно участието на докторанта във всички публикации. Публикациите са реферирани в международната база данни „Scopus“. След проверка в база данни Scopus, аз лично видях повече публикации, които не са включени в списъка. Считаю, че тези публикации съдържат основните приноси, за които се претендира в дисертацията. Статиите са основно в съавторство с научния ръководител, което лично на мен ми прави много добро впечатление.

6. Забележки по дисертационния труд

По принцип нямам забележки по съществуващото на дисертационната работа.

Относно оформлението на обяснителната записка мога да препоръчам:

- при изготвяне на такива материали да се използват по кратки изречения. Начинът на изразяване с дълги изречения на места може да подведе четящите;
- добре би било, повечето от моделиранията да бъдат само в приложенията. В самата работа да се представят само принципни решения с псевдокод;
- бих препоръчал на колегата да продължи работата, посредством създаване на конвейрни архитектури и дори цели симулатори. В тази връзка му препоръчвам книгата: Bryant В., O' Hallarion D., Computer Systems: A Programmer Perspective 3th Edition, Pearson Education, 2017 ISBN-13: 978-0-13-409266-7.

Констатираните препоръки не омаловажават работата на докторанта, като се надявам работата по научната тематиката да продължи, защото е интересна и актуална. Работа в тази насока е от научен интерес и за мен.

7. Заключение

Темата на дисертационния труд е актуална и интересна. Получени са научноприложни и приложни резултати от значение за теорията и практиката. Резултатите от проведените изследвания са достатъчно значими за процедура за присъждане на образователна и научна степен „доктор“, в област 5. Технически науки, професионално направление: 5.3. Комуникационна и компютърна техника, докторска програма: Автоматизация на инженерния труд и системи за автоматизирано проектиране. Чрез направените публикации е дадена възможност на научната общност да се запознае с проведените изследвания и получени резултати. Докторанта е осъществил пълноценно обучение в докторантура и ясно показва възможности за самостоятелна научна работа.

Имайки предвид изложеното считам, че са удовлетворени изискванията за разработване на дисертационен труд за образователната и научна степен „Доктор” и давам положителна комплексна оценка.

Като оценявам в съвкупност научно-изследователската работа на автора и публикуваната научна продукция, давам своето положително мнение относно присъждането на образователна и научна степен „Доктор“ на докторанта Илиан Цвятков Върбов, като му пожелавам успех.

04.05.2026 г.

Подпис: _____

/проф. д-р инж. Станислав Симеонов/