

СТАНОВИЩЕ

**за дисертационен труд
за придобиване на научната степен "Доктор на науките" в**

**област на висше образование – 4. „Природни науки, математика и
информатика”**

професионално направление – 4.6 „Информатика и компютърни науки”

докторска програма – Информатика

Автор: проф. д-р Цонка Стефанова Байчева
Секция „Математически основи на информатиката”
Институт по математика и информатика на БАН

Тема: Оптимални кодове за контрол на грешки и оптични комуникации

Рецензент: проф. дмн Румен Николов Даскалов
Катедра „Математика”,
Технически университет - Габрово

1. Основание

Това становище е представено на основание заповед № 125 от 28.04.2015 г. на директора на ИМИ-БАН и протокола от първото заседание на научното жури, проведено на 04.05.2015 година.

2. Тема и актуалност на дисертационния труд

Теорията на кодирането заема ключово място в съвременните комуникации. При предаване на информация по даден информационен канал се получават грешки. За откриването и поправянето на тези грешки се използват кодове. Теория на кодирането е съвременна наука и има над 60 годишна история.

Код, за който един от параметрите дължина, размерност или минимално разстояние е възможно най-добър, при зададени стойности на другите два и фиксирано крайно поле, се нарича оптимален. Чрез оптималните кодове се откриват и поправят максимален брой грешки.

Дисертационният труд е посветен на изследването и представянето на класове шумозащитни кодове, имащи добри характеристики по отношение на откриване и коригиране на грешки, както и на оптични ортогонални кодове и свързаните с тях комбинаторни структури. Направени са класификации на някои класове от най-широко използваните в практиката кодове. Разработена е удобна за използването на тези данни процедура, която да позволи избора на най-подходящ и ефективен за всяко конкретно практическо приложение код. Решени са и два отворени проблема в това направление.

3. Обзор на цитираната литература

Представената литература в дисертационния труд включва 207 заглавия - книги, дисертации, статии и доклади.

4. Методика на изследване

В изследванията по дисертацията са използвани основно компютърни подходи и методи.

5. Съдържание и резултати на дисертационния труд

Дисертационният труд е в обем от 227 стандартни машинописни страници и се състои от увод, седем глави, осем приложения, списък на използваната литература, списък на публикациите и списък на цитиранията.

В увода са представени основни понятия от теория на кодирането, направен е обзор на известни резултати в разглежданите области, описани са резултатите в останалите глави, направен е обзор на апробацията на резултатите от дисертацията и е представена авторска справка за научните приноси.

В Глава 1 са въведени основните понятия и твърдения от теорията на кодирането. Дадени са също горни и долни граници за радиуса на покритие и за стойностите на функцията $t_q[n, k]$.

В Глава 2 са разгледани параметрите, определящи възможностите за откриване и коригиране на грешки, на линеен код. Раздел 2.1 са представени теоретични резултати, за минималното разстояние, радиусът на покритие, тегловното разпределение, на съседните му класове и на лидерите на съседни класове. Раздел 2.2 е посветен на сложността на задачите за пресмятане на минимално разстояние, радиус на покритие и тегловно разпределение на код.

В Глава 3 са определени радиусите на покритие на някои класове линейни кодове. В раздел 3.1 са пресметнати радиусите на покритие на всички троични негациклични кодове с четни дължини до 26 и е направена тяхната класификация. Използвани са техни алгебрични свойства и специално разработен софтуер. В раздел 3.2 е направено систематично изследване на възможните параметри на двоични и троични квази-съвършени кодове с малки размерности. Дадени са примери на нови квази-съвършени кодове и така е решен отворен проблем, поставен от Etzion и Mounits (2005 г.). В раздел 3.3 е доказано несъществуването на определени кодове. В раздел 3.4 са определени минималните радиуси на покритие на всички двоични линейни кодове с размерност 6. В раздел 3.5 е направена класификация на троичните линейни кодове с размерност 4.

В Глава 4 е изследвано поведението на шумозащитни кодове при откриване и коригиране на грешки. В раздел 4.1 са пресметнати тегловните разпределения на кодовите думи, на съседните класове и на лидерите на съседни класове на двоичните циклични кодове с дължини до 33, на троичните циклични и негациклични кодове с дължини до 20 и на някои двоични линейни кодове с максимално минимално разстояние и дължина до 33 и е определено кои не са подходящи за контрол на грешки. Използвайки алгебричната структура на цикличните кодове, в раздел 4.2 е предложен метод за пресмятане на тегловното разпределение на съседните им класове. В раздел 4.3 е доказано, че

троичният квадратично-остатъчен [13,7,5] код е квази-съвършен. В раздел 4.4 е показано, че кодове с еднакви основни параметри като дължина, размерност, минимално разстояние и радиус на покритие могат да имат различно поведение при контрол на грешки. Даден е отговор на изследователски проблем, поставен в книгата на MacWilliams и Sloane.

В Глава 5 са изследвани CRC кодове. В раздел 5.1 е направен обзор на поведението при откриване на грешки на стандартизирани CRC кодове. В раздел 5.2 са разгледани полиноми от 8-ма степен над $GF(2)$, които са подходящи за пораждащи полиноми на CRC кодове. В раздел 5.3. е направена е пълна класификация на CRC кодовете с пораждащ полином от 16 степен над $GF(2)$, които могат да се използват за откриване на грешки в комуникационни системи. В раздел 5.4 са продължени изследванията върху поведението на CRC кодове от предишните два раздела.

В Глава 6 са изследвани някои характеристики на шумозащитни кодове свързани с техните възможности за контрол на грешки. В раздел 6.1 са пресметнати Нютоновите радиуси на покритие на всички двоични циклични кодове с дължини до 31, на двоични кодове с максимално минимално разстояние с дължини до 33 и на всички троични циклични и негациклични кодове с дължини до 22. В раздел 6.2. са разгледани линейни кодове с неравномерна защита на символите. В раздел 6.3 е доказано, че всички двоични кодове с дължини 16, 17 и 18, или ко-размерност 10 са нормализирани.

В Глава 7 са получени първите класификационни резултати за оптични ортогонални кодове с параметри, които са най-често използвани в практиката. Това са първите класификационни резултати за такива кодове, което позволява конструираните кодове да се използват директно за различни практически приложения, като основа на нови безкрайни фамилии от кодове, както и да се докаже несъществуването на кодове с определени параметри. От резултатите за оптичните ортогонални кодове са получени нови резултати за свързани с тях други комбинаторни структури (цикличните разностни фамилии, цикличните разностни множества и др.). Частично е използван суперкомпютърът BlueGene.

6. Приноси на дисертационния труд

В дисертацията е представена справка за научните приноси, включваща голям брой научни резултати и аз напълно се солидаризирам с нея.

7. Публикации и цитирания на публикации по дисертационния труд

Представени са 30 публикации по дисертацията, както следва:

- 16 публикувани статии;
- 14 доклада на международни научни конференции в страната и чужбина;

Публикациите отразяват основните резултати, представени в дисертацията. Девет публикации са в списания с импакт фактор.

Представен е списък със 115 цитирания на 14 публикации, като цитиранията са основно в международни научни списания.

8. Авторство на получените резултати

Авторството на публикациите е следното: 8 са самостоятелни, 15 са с един съавтор, 4 с двама съавтори и 3 с трима. Считам, че приносът на проф. д-р Байчева в публикациите е равностоен с приносите на останалите автори.

9. Заключение

Представеният дисертационен труд отговаря на изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България и на Правилника на ИМИ-БАН за неговото прилагане. Постигнатите резултати ми дават основание да предложа на научното жури научната степен „доктор на науките” да бъде придобита от проф. д-р Цонка Стефанова Байчева в *област на висше образование* - 4. „Природни науки, математика и информатика”, *професионално направление* - 4.6 „Информатика и компютърни науки”, *докторска програма* - Информатика.

31.08.2015 г.

Подпис:

/проф. дмн Р. Даскалов /