

РЕЦЕНЗИЯ

**от д-р Никола Петков Зяпков,
професор във ФМИ при ШУ „Еп. Константин Преславски”**

на дисертационния труд на тема „Оптимални кодове и задачи за търсене” с автор Емил Миланов Колев за придобиване на научната степен “доктор на науките” в област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика , професионално направление: 4.5. Математика, научна специалност „Алгеба и теория на числата” .

1.Общо описание на представените материали

Със заповед №45 от 13.03.2014 г. на Директора на ИМИ-БАН, издадена на основание на решение на НС на ИМИ, Протокол 2 от 07.03.2014 г. съм определен за член на научното жури във връзка с процедурата за защита на дисертационния труд на тема „Оптимални кодове и задачи за търсене” за придобиване на научната степен ‘доктор на науките’ в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, докторска програма „Алгеба и теория на числата” .

Представеният от доц. Емил Колев комплект материали е в съответствие с Правилника на ИМИ за прилагане на ЗРАСПБ .

1. Актуалност на тематиката и целесъобразност на поставените цели и задачи

Дисертационният труд е посветен на изследвания в областта на теория на кодирането, свързана с конструирането и класификацията на кодове с определени параметри. В тази област се използват идеи и резултати от различни области на математиката – алгебра, геометрия, комбинаторика, информатика.

Настоящият труд е посветен на изследвания, свързани с:

1. Намиране на точни стойности за мощността на оптимални двоични кодове със зададена дължина и минимално разстояние и определяне на броя на нееквивалентните оптимални кодове със съответните параметри;
2. Намиране на точни стойности и получаване на граници за мощността на оптимални покриващи кодове.
3. Намиране на точни стойности за мощността на покрития на F_3^n със сфери и определяне броя на нееквивалентните оптимални покрития.
4. Задача за неадаптивно търсене на неизвестен елемент с множества с равни тегла;
5. Една двумерна задача за адаптивно търсене, предложена от известния унгарски математик Katon.

3. Характеристика и оценка на дисертационния труд

Дисертационният труд е структуриран в увод, четири глави, приложения, и цитирана литература с общ обем 151 стр. Списъкът от цитирана литература включва 81 заглавия на статии и монографии.

В увода е направена аргументирана обосновка за необходимостта от изследвания за намиране на точни стойности за мощността на оптимални двоични кодове със зададена дължина и намиране на точни стойности и получаване на граници за мощността на оптимални покриващи кодове. Също така се изследват задача за неадитивно търсене и задача за двумерно адитивно търсене. Направен е и кратък преглед на целия текст на дисертацията, като са посочени основните получени резултати.

В първа глава на дисертационния труд са въведени основните понятия, дефиниции и известни резултати, използвани в по-нататъшното изложение.

Добре известно е, че всяко подмножество C на F_q^n наричаме q -чен код. $C(n, M, d)_q$ се означава код с дължина n , минимално разстояние d и мощност M . Основна задача в теория на кодирането е при зададени n , q и d да се намери най-голямото число M , за което съществува $(n, M, d)_q$ код.

Това максимално число се означава с $A_q(n, d)$. $A_q(n, d)$ се означава броя на нееквивалентните q -ични кодове с дължина n ,

минимално разстояние d и $A_q(n, d)$. За опростяване на записването са използвани означенията $A(n; d) = A_2(n; d)$ и $B(n; d) = B_2(n; d)$

Във втора глава се разглежда задачата за намиране на максималната мощност на двоични кодове с дължина $n \leq 11$ и минимално разстояние $d=3$.

Постигнати са следните важни резултати:

Определени са точните стойности на $A(10; 3)$ и $A(11; 3)$, които са съответно 72 и 144. Също така са определени и всички 562 нееквивалентни $(10; 72; 3)$ кода и всички 7398 нееквивалентни $(11; 144; 3)$ кода. За целта са класифицирани кодове с по-малка дължина, след което съответните кодове са разширявани и тествани за еквивалентност. Даден е алгоритъм за намиране (или доказване на несъществуване) на всички $(n, M, 3)$ кодове.

Важна характеристика на един код C е неговият *радиус на покритие*. Това е най-малкото естествено число R със следното свойство: за всеки вектор x съществува кодова дума $y \in C$, за която $d(x, y) \leq R$. Основна задача е при зададени n , q и R да се намери минималното M , за което съществува q -ичен код C с дължина n , мощност M и радиус на покритие R . С $K_q(n; R)$ се означава тази минимална стойност.

Означава се $K(n) = K_2(n; 1)$, а при $q=2$ е прието означението $K(n; R)$. Голям брой специалисти са намерили долни граници за $K(n; R)$. В § 3.2 на трета глава авторът доказва, че $K(9; 1) \geq 57$.

Голям интерес предизвикват смесените кодове, в които имаме двоични и троични координати. Това е така поради пряката връзка на

задачата за радиус на покритие на смесени кодове с играта ТОТО 1 на спортния тотализатор.

При смесен двоичен-троичен код с b двоични и t троични координати, горната задача се формулира по следния начин:

Да се намери код с минимална мощност и радиус на покритие R . Тази най-малка стойност се бележи с $K(t; b; R)$.

Задачата за намиране на $K(t; b; R)$ за различни стойности на t, b и R е разглеждана от много специалисти. Точните стойности за тези числа са известни само за малък брой стойности на n . В Глава 3 е предложен комбинаторен подход за намиране на долни граници за $K(t; b; R)$. В част от случаите тези долни граници се оказват достатъчни за намиране на съответните точни стойности.

В §3.3 на трета глава са намерени долни граници и точни стойности за $K_{3,2}(t; b)$ –минималната мощност на смесен код с t троични и b двоични координати и радиус на покритие 1. Получените резултати са:

$$K_{3,2}(1; 5; 1) = 16; K_{3,2}(2; 4; 1) = 20;$$

$$K_{3,2}(4; 2; 1) = 36; K_{2,3}(5; 0; 2) = 8; K_{3,2}(4; 1; 2) = 6:$$

В §3.4 авторът разглежда покриващи кодове с $R > 1$.

Получени са следните резултати :

$$K_{3,2}(2; 2R + 1; R) = 6; K_{3,2}(2; 2R - 1; R) = 4; K_{3,2}(2; 2R; R) = 6; K(5, 0, 2) = 8$$

В §3.5 е разгледана задачата за намиране на оптимални пок-

рития на F_3^n за $n \leq 13$ със сфери с радиус n . Това означава, че се търси код C със следното свойство: за всеки елемент $y \in F_3^n$ съществува $x \in C$, за който $d(x; y) = n$. Минималната мощност на такъв код се бележи с $T(n)$. Кодът се нарича оптимален, ако $|C| = T(n)$.

Чрез прилагане и на компютърни проверки в същия параграф е доказано, че съществуват две нееквивалентни оптимални покрития при $n=8$. Освен това е намерена точната стойност на $T(9)$, която е 68.

Подобрани са известните граници за $T(n)$ при $10 \leq n \leq 13$, а именно :

$$T(10) \geq 102, T(11) \geq 153, T(12) \geq 230, T(13) \geq 345.$$

Глава 4 е най-голяма по обем (55стр.). В нея са разгледани задачи за търсене. В §4.2.1 е намерено необходимо и достатъчно условие едно естествено число S да е добро (Теорема 4.2.1) . В същия параграф чрез доказателство на голям брой леми са намерени всички подходящи числа S (Теорема 4.2.2).

В §4.3 са решени задачи за двумерно търсене.Получени са следните важни резултати :

- Ако $m = 2^{st} - 1/2^s - 1$ за $s, t \in \mathbb{N}$, то за произволно $n \in \mathbb{N}$ правоъгълникът $A(m, n)$ е разрешим.
- Най-малкият неразрешим правоъгълник е $A(11, 93)$. Това е единственият неразрешим правоъгълник с мощност, по-малка от 1024.
- всички квадрати $A(n, n)$ за $n \leq 180$ са разрешими. Квадратът $A(181, 181)$ е неразрешим.

4. Приноси и значимост на разработката за науката и практиката

След запознаване с дисертационния труд, констатирам, че основните цели и задачи на дисертацията са изпълнени. Приемам приносите, описани в заключението на дисертационния труд, а именно:

Определени са точните стойности на функцията $A(n; 3)$ за първите два нерешени случая: $A(10; 3) = 72$ и $A(11; 3) = 144$.

Намерени са всички нееквивалентни 562 кода, за които се достига границата $A(10; 3) = 72$ и всички нееквивалентни 7398 кода, за които се достига границата $A(11; 3) = 144$.

Изследвана е задачата за намиране на минималния брой кодови думи за двоични или смесени двоични/троични кодове с дадена дължина и даден радиус на покритие. Намерени са следните граници и точни стойности за оптимални покриващи кодове, както следва:

$$K_2(9; 1; 1) \geq 57; K_{3;2}(1; 5; 1) = 16; K_{3;2}(2; 4; 1) = 20; K_{3;2}(4; 2; 1) = 36;$$

$$K_{3;2}(5; 0; 2) = 8; K_{3;2}(4; 1; 2) = 6; K_{3;2}(2; 2R + 1; R) = 6;$$

$$K_{3;2}(2; 2R - 1; R) = 4; K_{3;2}(2; 2R; R) = 6:$$

Изследвана е задачата за определяне на минималния брой сфери с

радиус n , необходими за покриване на F_3^n . Доказано е, че съществуват две нееквивалентни покрития на F_3^8 . Решен е първия нерешен случай $n = 9$, като е доказано, че минималният брой сфери с радиус 9, които покриват F_3^9 е 68.

Изследвана е задачата за неадаптивно търсене на неизвестен елемент с множества с равни тегла. Намерени са необходими и достатъчни условия едно число да е добро или подходящо при неадаптивно търсене на неизвестен елемент без грешни отговори. Намерени са необходими и достатъчни условия едно число да е добро при неадаптивно търсенена два неизвестни елемента без грешни отговори.

Всички получени резултати в дисертацията са нови и дават отговори на много поставени въпроси от водещи специалисти в теория на кодирането.

5. Преценка на публикациите по дисертационния труд

По темата на дисертационния труд има 21 излезли от печат публикации и една разработка е приета за печат.

Част от резултатите са публикувани в научни списания, както следва:

Lecture Notes in Computer Science [P1]

Applied Algebra, Algebraic Algorithms and Error-Corr. Codes [P3]

Discrete Mathematics [P7]

IEEE Trans on Information Theory [P8]

CR Acad. Bulg. Sci. [P5], [P20]

Central European Journal of Mathematics [P12]

Utilitas Mathematica [P22]

Serdica Mathematical Journal [P2], [P11]

Общият импакт-фактор на тези списания е 5,792.

Друга част от резултатите са докладвани и публикувани в сборниците на международни научни конференции, както следва:
International Workshop on Algebraic and Combinatorial Coding Theory: [P6], [P10], [P13], [P16], [P17], [P19];
International Workshop Optimal Codes and Related Topics: [P4],[P15],[P18],[P21];
International congress MASSEE: [P13];
Swedish-Bulgarian Government IT Security Conference Information Security in the 21th Century: Global Convergence: [P9];
British Combinatorial Conference, 1997, Milton Keynes, UK: [P7];
Eleventh Intern. Symposium AAECC, Paris 1995: [P3];
First French-Israeli Workshop on Algebraic Coding: [P1].

Резултати от дисертацията са докладвани пред Националния семинар по теория на кодирането, както и на семинари в ИМИ на БАН, Унгарска Академия на Науките, Salford University, University of East Anglia, Norwich, University of Bilbao.

Броят на самостоятелните публикации е 13 , 8 публикации имат по един съавтор , а 1 публикация има двама съавтори.

Считам, че приносът на доц. Колев в съвместните публикации е неоспорим.

Цитиранията на публикациите , включени в дисертацията са 47. Голяма част от цитиранията са в списания с импакт фактор . Публикациите по дисертационния труд удовлетворяват критериите от Правилника за прилагане на ЗРАСРБ на ИМИ за научната степен „доктор на науките" в областта на математиката: (поне 10 публикации в рецензирани издания, като поне 5 от тях да са в списания с импакт фактор и поне 3 от десетте да са самостоятелни и поне 20 цитирания, от които поне 5 да са в списания с импакт фактор или в монографии на реномирани издания).

6. Автореферат

Авторефератът е на 38 страници и съдържа основните резултати, получени в дисертационния труд. Той отразява достатъчно пълно съдържанието на дисертационния труд и основните приноси на дисертанта. Авторефератът дава пълна представа за изследваните проблеми и получените резултати.

7. Критични забележки и препоръки

Имам бележка относно изложението на текста в дисертацията. По-добре е в края на всеки параграф да се посочва къде са публикувани получените резултати , а не обратното.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Дисертационният труд *съдържа научни и научно-приложни резултати, които представляват оригинален принос в науката и отговарят на* изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България (ЗРАСРБ), Правилника за прилагане на ЗРАСРБ и съответния Правилник на ИМИ на БАН. Представените материали и дисертационни резултати **напълно** съответстват на специфичните изисквания на ИМИ, приети във връзка с Правилника за приложение на ЗРАСРБ.

Поради гореизложеното, давам своята *положителна оценка* за проведеното изследване, представено от рецензираните по-горе дисертационен труд, автореферат, постигнати резултати и приноси, и *предлагам на почитаемото научно жури да присъди научната степен „доктор на науките „* на доц.д-р Емил Миланов Колев в област на висше образование: 4. *Природни науки, математика и информатика*, професионално направление 4.5. *Математика* , научна специалност *Алгебра и теория на числата.*

06.06. 2014

Рецензент :

(проф. д-р Никола Зяпков)

