

РЕЦЕНЗИЯ

по конкурс за заемане на академичната длъжност „професор“,
обявен от Института по математика и информатика при БАН
в ДВ бр. 48 от 24.06.2016 г.

Област на висше образование: **4. Природни науки, математика и информатика**
Професионално направление: **4.5. Математика**
Научна специалност: **Алгебра и теория на числата (Теория на кодирането)**

Рецензент: **акад. Веселин Стоянов Дренски**, д.м.н., професор в ИМИ – БАН.
Единствен кандидат: **доц. дмн Емил Миланов Колев** от секция „Математически
основи на информатиката ” към ИМИ – БАН.

1. Биографични данни. Доц. дмн Емил Колев е роден през 1964 г. в Плевен, където завършва Математическата гимназия през 1982 г. Като ученик на два пъти участва в българския отбор за Международната олимпиада по математика – на 22-рата Олимпиада в САЩ през 1981 г. и на 23-тата Олимпиада в Унгария през 1982 г., като печели съответно сребърен и бронзов медал. През 1989 г. се дипломира по специалност „Математика“, специализация „Алгебра” във ФМИ на Софийския университет „Св. Климент Охридски“. След тригодишна докторантура във ФМИ на СУ през 1993 г. под ръководството на доц. д-р Николай Манев защитава докторска дисертация на тема „Покрития и спектри на кодове над крайни полета“. През 2014 г. защитава дисертация за доктор на науките на тема „Оптимални кодове и задачи за търсене“. През 1989 – 1990 г. работи като програмист в Лабораторията по приложение на математиката и информатиката във Велико Търново – БАН, а от 1993 г. досега – в ИМИ – БАН, като главен асистент до 1998 г. и като доцент от 1998 г. досега. От 2011 г. е член на НС на ИМИ, а от 2012 г. е ръководител на секция МОИ към ИМИ. Бил е на едногодишни специализации в Университетите в Източна Англия (Норфолк, Великобритания) и Салфорд (Великобритания) и на краткосрочни специализации в Института по проблеми на предаването на информацията в Москва (Русия) и Университета в Линшьопинг (Швеция). Водил е упражнения по Линейна алгебра във ФМИ на СУ и е чел лекции по Математически основи на информатиката в Университета във Велико Търново и в Нов български университет, по Теория на кодирането в Пловдивския университет и по Дискретна математика в Нов български университет.

2. Общо описание на представените материали. Кандидатът е представил за участие в конкурса 35 от всичките си 39 научни публикации: 15 в списания, 10 от които с импакт-фактор, 19 в трудове на авторитетни специализирани международни конференции у нас и в чужбина, 2 от които в издания с импакт-фактор (10 в България, 5 в Русия, 2 във Франция, по 1 във Великобритания, Швеция и Германия), 1 е в трудовете на Пролетната конференция на СМБ; 32 от публикациите са излезли от печат, 1 се очаква да излезе в близкия месец и е достъпна на интернет-страницата на списанието, а 2 са приети за печат. Последните 6 публикации са след защитата на дисертацията за доктор на науките, а всички останали публикации са използвани от кандидата при предишни процедури за академични длъжности и научни степени. Всички публикации са

по темата на конкурса, поради което ги приемам за рецензиране. Всички научни трудове са на английски език с изключение на един на руски, но списанието се превежда на английски. От тях 21 са самостоятелни, 13 са съвместни с един съавтор (4 с Н. Манев, 3 с Ц. Байчева, по 2 с И. Ланджев и Р. Хил, по 1 с Дичев и Белухов), а 1 е с двама съавтори (П. Йостергерд и Ц. Байчева). Приемам, че съвместните научни трудове, представени за участие в конкурса, са написани при равноправно участие на съавторите. Разпределението на публикациите е както следва: в списания: 4 в „Доклади на БАН“, 3 в „Serdica Math. J.“, по 1 в „IEEE Trans. Inf. Theory“, „J. Combinatorial Designs“, „Проблеми передачи информации“, „Discrete Math.“, „Designs, Codes and Cryptography“, „Central European J. Math.“, „Utilitas Mathematica“, „Bull. Greek Math. Soc.“ и „India Global J. Pure Applied Math.“. Сред трудовете на конференции ще отбележа 2 публикувани в Lect. Notes Comp. Sci. и 1 в Chapman & Hall/CRC. Ще отбележа, че кандидатът е проявил известна небрежност и не е отразил стойностите на импакт-фактора на публикациите.

3. Обща характеристика на научно-изследователската и научно-приложната дейност на кандидата. Основните научни и научно-приложни интереси на Емил Колев са в няколко области на границата на алгебрата и комбинаториката, включително разработване на алгоритми с компютърна реализация за теоретичните изследвания и в прилагането на математически (предимно алгебрични и комбинаторни) методи и методи от теория на кодирането в теория на информацията.

Много често при предаването на информация полученото съобщение се различава от изпратеното поради наличието на смущения (или „шум“) по канала. Възниква естествената и важна задача за разработване на ефективни методи за възстановяване на първоначалното съобщение. Един математически подход, който е в основата на теорията на кодирането, е фиксирането на множество от думи с дадена дължина (наречено „код“) от азбука с краен брой символи и разглеждането на съобщението като редица от думи от кода. След това се въвежда подходящо „разстояние“ между думите – разстоянието на Хеминг, което отчита броя на сгрешените символи при предаването на думата. Задачата се свежда до намирането на тази дума от кода, която е „най-близко“ до получената дума. При това се прави естественото ограничение, че „силата“ на шума трябва да е относително „малка“, за да не отдалечава твърде много полученото съобщение от изпратеното. С цел максимално въвличане на математически методи обикновено за азбука се използва крайно поле, а за отделни класове от кодове се предполага наличието на допълнителни алгебрични, геометрични или комбинаторни свойства (например се иска кодът да е линейно пространство). В трудовете на Емил Колев, представени за участие в конкурса, се изследват няколко типа основни задачи от теорията на шумозащитното кодиране:

За важни класове от кодове, включително такива с практическо приложение, се определят точните стойности на параметри, от които зависи коригиращата способност на кода.

При фиксиране на някои от параметрите на един (линеен или нелинеен) код, се намират или оценяват екстремалните стойности, които могат да приемат останалите параметри. Разглеждат се два типа задачи: (а) при фиксирана дължина, минимално разстояние и

радиус на покритие се търси минималният възможен брой кодови думи; (б) при фиксирана дължина и минимално разстояние се търси максималният възможен брой кодови думи. В редица случаи се определя броя и се дава описание на всички кодове с екстремални стойности на параметрите.

Последната тема в това направление, разглеждана в трудовете по конкурса, е описанието на оптималните покрития на n -мерното пространство над крайно поле със сфери с радиус n . Оказва се, че задачата се свежда до изучаване на кодове с дадени свойства, което я причислява към тематиката на конкурса.

При горните задачи се предполага, че възникналите грешки само променят някои от символите в кодовите думи. След защитата на дисертацията си за доктор на науките кандидатът започва да разглежда и друг тип кодове, при които при предаване на информацията част от символите се губят, без да е ясно на кои позиции са изгубените символи. Основната изследвана задача в трудовете е да се намерят граници за мощността на кодовете с дадена дължина, които коригират дадено количество изтривания.

Друго направление в представените трудове е изучаване на задачата за търсене на елемент в крайно множество чрез неадаптивно търсене (задаване едновременно на пакет от въпроси от типа „Принадлежи ли елементът на дадено подмножество?“). Разглежда се и възможността част от отговорите да бъдат неверни. Решава се проблем, поставен от Катона, за адаптивно търсене на неизвестен единичен квадрат в даден правоъгълник. В последно време кандидатът разглежда задачата за търсене върху граф, при което търсеният елемент сменя мястото си след всеки въпрос. В методите на изследване се вижда ясна аналогия с методи от теория на кодирането, което присъединява тематично разглежданите задачи към останалите изследвания на кандидата по темата на конкурса.

4. Основни научни и научно-приложни приноси. Ще се спра накратко на основните резултати, съдържащи се в представените работи на кандидата, както и на оценката ми за тях. Ще следвам номерацията на трудовете, представени за участие в конкурса и разпределението на статиите от справката за научните приноси.

Освен от стандартните параметри $[n,k,d]_q$ на един линеен код над полето с q елемента (дължина n , размерност k и минимално разстояние d), коригиращата способност на кода се определя и от разпределението на теглата на елементите му. **Първият цикъл** от изследвания в представените трудове (статии с номера 1, 4, 6, 7, 10 и 11) е от ранния период на научната кариера на Емил Колев. В него се разглежда важният клас от кодове на Рид-Соломон от тип $[2^m,k]$ и техните разширения с проверка за четност, който намира реално приложение в практиката. Тръгвайки от код над произволно крайно поле с характеристика 2 и базис на полето над полето с 2 елемента, по стандартна процедура се получава бинарен код. Основните резултати дават спектрите на двоичните образи на разширените кодове на Рид-Соломон от тип $[2^m,k]$ за $k=4$ и 5 в зависимост от базиса на полето с 2^m елемента над двоичното поле. Методите и резултатите са приложени за определяне на теглата на кодовете на Юстесен от размерност ≤ 6 .

Друг основен параметър, от който зависи ефективността и сигурността при използването на един код, е радиусът на покритие R (най-малкото число, за което всяка точка от пространството е на разстояние $\leq R$ от точка от кода). **Във втория цикъл** от представените работи (статии с номера 2, 3, 5, 9, 12, 16 и 31) се изследват нелинейни кодове, като се позволява координатите да бъдат от различни крайни полета. Основната разглеждана задача е при фиксирана дължина, минимално разстояние и радиус на покритие на кода да се намери или оцени минималният възможен брой кодови думи. В случая на координати от различни полета задачата има и „практическа“ формулировка на езика на Тото – 1: търси се оптимално залагане, при което двоичните символи отчитат избор между два възможни резултата, а символите от полето с три елемента отчитат и трите възможни изхода на мачовете. Сред основните резултати е долната граница 57 за бинарните кодове с дължина 9 и радиус на покритие 1. По време на публикуването на резултатите през 1995 – 98 г. това е първата неизвестна стойност, а границите са в интервала [54,62]. Впоследствие през 2001 г. с компютър е доказано, че точната стойност е 62. При смесени бинарно-троични кодове в редица от случаите се намират стойностите на най-добрата мощност при радиус на покритие 1 или за произволен радиус на покритие при специфични съотношения между параметрите на кода. В последната статия, написана неотдавна, са намерени и нови нетривиални примери на бинарно-троични кодове с радиус на покритие 1. („Тривиалните“ примери са директни произведения на векторни пространства над полетата с 2 и 3 елемента и на съвършения троичен код на Хеминг с дължина 4.)

Третият цикъл от работи, представени за участие в конкурса (статии с номера 13 – 15, 17) е посветен на една от основните задачи в теория на кодирането – при фиксирана дължина и минимално разстояние да се намери максималният възможен брой кодови думи. Според мене, този цикъл съдържа най-силните работи на кандидата, а и най-цитираните, както се вижда от списъка на цитатите. Най-важният резултат е намирането на точната стойност на мощността на оптималните нелинейни двоични кодове с дължина 10 и с минимално разстояние 3. Оказва се, че мощността е 72 (откъдето следва и стойността 144 за дължина 11). Доказва се, че има 562 такива нееквивалентни кода с дължина 10 и 7398 с дължина 11. Изрично ще отбележа и важната обзорна статия с номер 15, в която на достъпен език се разглеждат оптимални линейни кодове и се описват разнообразните техники за тяхното конструиране, класифициране и изучаване, като се отделя специално внимание на геометричните методи за изследване.

В четвъртия цикъл (статии с номера 8, 18 – 26 и 35) се разглежда задачата за неадаптивно търсене на елемент в множеството от първите 2^n естествени числа. Предполага се, че числата са снабдени с тегла, а разрешените за задаване въпроси са дали елементът принадлежи на подмножество с фиксирана сума от теглата на елементите. Разглежда се и възможността част от отговорите да бъдат неверни. Теглата са от специален вид. Намерени са всички възможни суми на елементите, за които задачата има решение (т.н. „добри“ числа) и тези от тях, за които търсеното число се намира с минимален брой въпроси („подходящи“ числа). Освен това, в този цикъл от работи се решава проблем на Катона за адаптивно търсене на неизвестен единичен квадрат в даден правоъгълник. В последната от статиите, представени за участие в конкурса, се разглежда адаптивното търсене на елемент, разположен във връх на граф, при което след всеки въпрос търсеният елемент се мести в съседен връх. Разрешените

въпроси са дали целта е в един от указаните във въпроса k върха. Характеризирани са всички графи, за които има печеливша стратегия за $k = 1$. Специално внимание е отделено за графи, които са двумерна квадратна решетка с четна дължина и е намерено минималното k , за което има печеливша стратегия. Освен комбинаторни и аритметични методи, при изследванията в този цикъл се използват активно и методи от теория на кодирането.

В петия цикъл (статии с номера 27 – 30) се разглежда задачата за описанието на оптималните покрития на n -мерното пространство над крайно поле със сфери с радиус n . Задачата е еквивалентна на описанието на кодове с дължина n и със свойството, че всяка точка от пространството е на разстояние n от някоя точка на кода. Разгледан е случаят на пространства от размерност ≤ 13 над полето с три елемента. Доказано е, че съществуват само две нееквивалентни покрития за $n = 8$, намерен е броят на нееквивалентните покрития за $n = 9$ и като следствие са подобрени известните долни граници за $n = 10, 11, 12$ и 13 .

Шестият цикъл от представените в конкурса трудове (статии с номера 32 – 34) е посветен на нова тематика за българската школа по теория на кодирането. Докато „класическата“ математическа теория на кодирането възниква през 1948 г. с фундаменталната статия на Шенон, изучаването на кодовете, коригиращи изтриване или вмъкване на нови символи, води началото си от изследванията на Левенщайн от 1965 г. В този цикъл от статии кандидатът е намерил долни граници за мощността на бинарни кодове с дадени дължина и коригиращи възможности за възстановяване на изтритите символи. Разгледани са и свързани с тематиката комбинаторни задачи.

В заключение на коментарите си по научните приноси на кандидата ще отбележа, че кандидатът е запознат много добре с основните задачи в областта и с литературата по разглежданите въпроси и използва богат арсенал от методи от различни области на математиката и информатиката, както и компютърни методи и пресмятания. Достоверността на аргументите в доказателствата не буди съмнение. Не съм забелязал и съществени неточности.

Авторската справка е доста лаконична, но въпреки това правилно отразява основните приноси на трудовете, представени за участие в конкурса.

Кандидатът е представил списък с 93 цитата на негови трудове, повечето от които са на изтъкнати чуждестранни специалисти. Приятно е да се отбележи, че част от първите статии на Емил Колев продължават да се цитират и днес, а две от тях са цитирани съответно 35 и 28 пъти. (От 93-те цитата 20 са през последните 5 години.) Прави впечатление, че са цитирани само работи, публикувани преди 2000 г. Според мене, кандидатът трябва да преосмисли своите бъдещи планове, както по отношение на тематиката, така и по отношение на публикуването в авторитетни списания, а не предимно в трудове на конференции. Въпреки, че към документацията не е представен и списък от участия в конференции, за представянето на резултатите на научни форуми може да се съди от списъка на публикациите и големия брой статии в трудове на конференции.

Кандидатът удовлетворява специфичните за ИМИ изисквания за академичната длъжност „професор“ в областта на математиката, поставени в Правилника за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности в ИМИ – БАН с изключение на изискването да има поне 2 защитили докторанти. Считаю, че това се компенсира с по-големия брой цитати и с активната му работа в областта на образованието по математика, за разкриването и развитието на млади таланти в областта на математиката, за организацията и провеждането на математически състезания в България и има съществени приноси за успехите на българските отбори на редица международни съревнования по математика. Той е съавтор е на 7 учебника и учебни пособия по математика за началното и средното училище, 8 книги, посветени на извънкласната работа по математика и свързани с математическите състезания у нас и автор на над 60 научно-популярни статии по математика за ученици. Бил е ръководител на българските отбори на редица международни математически съревнования, включително и на Международната олимпиада по математика, а в момента е директор на Ученическият институт по математика и информатика към ИМИ. За своята дейност в това направление Емил Колев е награден с почетен знак на Президента на Република България и с плакет на Народното събрание на Република България.

5. Значимост на приносите за науката и практиката. Получените резултати в научно-изследователските статии на кандидата са интересни и съдържателни. Те съдържат нови факти за обекти, които се появяват по естествен начин в редица области на математиката и нейните приложения. Резултатите и методите за тяхното получаване са използвани и могат и занапред да се използват успешно в други изследвания от този род.

6. Критични бележки и препоръки. Част от критичните ми бележки и препоръките ми към кандидата бяха изложени по-горе. Ще отбележа още веднъж известната небрежност при изготвянето на документацията. Има дублиране в част от публикациите, например анонс в „Доклади на БАН“ и пълен текст с доказателства в друга статия. Би било по-добре две такива статии да бъдат под общ номер или поне да се отбележи, че става въпрос за едни и същи резултати. Това не би омаловажило постиженията на кандидата, но би улеснило членовете на научното жури. Освен това, добрият тон и традициите в ИМИ изискват кандидатът да представи за рецензентите документите в конкурса на хартиен носител, въпреки, че това не се изисква от правилата. Считаю, че забелязаните недостатъци в подготовката на документацията са лесно отстраними и не влияят съществено на общото ми положително отношение към цялостната ми оценка за научната и научно-приложната дейност на кандидата.

7. Лични впечатления и становище на рецензента. Познавам Емил Колев от студентските му години и по стечение на обстоятелствата съм следял отблизо неговото научно развитие. Бил съм рецензент на неговата дипломна работа, участвал съм в научното жури при защитата на неговата дисертация за доктор на науките, представял съм негови статии в „Доклади на БАН“ и „Serdica Math. J.“ и съм запознат с положителното мнение на рецензентите на тези статии. Имам най-добри впечатления от качествата на кандидата като човек, колега, преподавател и учен.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представените научни трудове доц. дмн Емил Миланов Колев е получил интересни резултати в актуални области на алгебрата и съседни на нея области като комбинаториката и геометрията и техните приложения в теория на информацията. Въпреки, че повечето от резултатите носят предимно теоретичен характер, много от тях са мотивирани и ориентирани към практиката. Те вече са използвани или могат да бъдат използвани при подобен род изследвания от други автори. Съществена част от резултатите са публикувани в авторитетни издания и докладвани на авторитетни научни форуми. Активната дейност на кандидата в областта на образованието и неговите приноси за разкриването и развитието на млади таланти и за успехите на българските отбори на редица международни съревнования по математика спомага не само за подготовката на бъдещи изследователи, но и за издигане на реномето на българската математика в очите на обществото. Имам всички основания убедено да предложа доц. дмн Емил Миланов Колев да заеме академичната длъжност „професор” в област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, научна специалност: Алгебра и теория на числата (Теория на кодирането).

София, 16 ноември 2016 г.

Рецензент:

(акад. д.м.н. В. Дренски)