

МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ, 2013
MATHEMATICS AND EDUCATION IN MATHEMATICS, 2013
Proceedings of the Forty Second Spring Conference
of the Union of Bulgarian Mathematicians
Borovetz, April 2–6, 2013

АКАДЕМИК СТЕФАН ДОДУНЕКОВ
1945–2012

Андрей Андреев, Петър Кендеров, Иван Ланджев



На 5 август 2012 огромна беда сполетя българската наука. Особено голяма е загубата за българската математика и информатика. Завинаги си отиде от този свят ученият със световна известност, лоялният и добронамерен колега, уважаваният и почитан ръководител, добрият баща, съпруг и приятел, академик Стефан Манев Додунеков.

Съдбата този път беше наистина жестока. Смъртта дойде неочаквано за всички и прекъсна един живот, посветен на всестранното издигане на равнището на българската математика и информатика. Със забележителния си личен принос в развитието на науката, с изграждането на школа от десетки последователи в страната и в чужбина, с авторството си на учебници, с умелото и вещо ръководство на Института по математика и информатика на БАН, със стимулиращото и многолетно председателство на Управителния съвет на Съюза на математиците в България, Стефан Додунеков остави трайна и ярка диря в живота на българската математическа колегия и на общността на информатиците в България. Голям е неговият принос за изграждането и успешното функциониране на българската система за откриване и развитие на младите таланти в областта на математиката и информатиката. Ще

се запомнят и неговите усилия и стремеж за издигане на ролята и значението на оглавяваните от него организации в национален и международен план. Първите му стъпки и действия – в краткия период от почти два месеца, докато беше Председател на Българската академия на науките – също бяха в такава посока и породиха надежда за предстоящи положителни промени за българската наука. Уви, съдбата пожела друго ...

Стефан Додунеков е роден в учителско семейство на 5 септември 1945 г. в гр. Килифарево. Тръгва на училище в близкото до Велико Търново село Водолей, като първоначално учи в смесена паралелка, където заедно учат деца от първи до четвърти клас. Още тук проличават математическите му способности. Малкият Стефан може да решава задачите на четвъртокласниците. Като ученик в гимназията в Търново се интересува от театрално изкуство, музика, спорт, геология. Влечението към математиката обаче надделява и в 9–10 клас, по собствените му думи, вече е решил да стане математик. Завършва „Математика“ в Софийския университет през 1968 г. и започва работа в териториалния изчислителен център във Велико Търново, където бързо оценяват способностите му и не след дълго той вече оглавява важния отдел „Програмиране“ с почти 30 души служители. Влечението към науката надделява отново и Стефан постъпва през 1972 г. на работа в София като асистент във Факултета по математика и информатика на Софийския университет. Работи в него до 1981 г., като успява за този период да защити кандидатска дисертация (1975 г.) и да израстне служебно до длъжността „Главен асистент“. Това е и времето, когато започва интензивно да се занимава с откриването и подготовката на талантиливите български ученици за участие в математически състезания. През 1976 г. е назначен за заместник-ръководител на току-що сформирания „Екип за извънкласна работа по математика“ към Единния център по математика и механика. През 1981 г., след конкурс, става „старши научен сътрудник втора степен“ в Института по математика и информатика на БАН, където през 1986 защитава дисертация и получава научната степен „Доктор на математическите науки“. През 1990 г. е избран за професор. От 2004 е член-кореспондент на БАН, а през 2008 г. е избран за академик на БАН. През 1999 г. е назначен за директор на ИМИ–БАН, а на 11 юни 2012 е избран за председател на БАН. От 1991 г. до смъртта си е Председател на Управителния съвет на Съюза на математиците в България (СМБ). Това стремително „служебно“ израстване е естествена последица от едно още по-впечатляващо постепенно себеизграждане, в резултат на което Стефан Додунеков се нарежда сред международно признатите авторитети в областта на Алгебрата, Теорията на кодирането, Предаването и защитата на данните. Автор е на над 120 научни труда, 3 книги, 12 учебника и учебни пособия. Научните му резултати са цитирани повече от 600 пъти. Член е на научни общества като Information Theory Society, American Mathematical Society, Combinatorial Society in China. Многократно е участвал с доклади по покана на различни престижни конференции. Желан лектор е в редица университетски центрове като Линчъупинг, Гьотеборг, Улм и Делфт. Главен редактор е на основаното от него списание „Serdica Journal of Computing“, издание на ИМИ–БАН. Като председател на СМБ в течение на почти три четиригодишни мандата Стефан Додунеков има огромна заслуга за укрепването и развитието на организацията в условията на пазарно стопанство. Има важен принос за възраждането на Балканския математически съ-

юз под формата на Математическото общество на Югоизточна Европа (MASSEE), като е съосновател и президент на тази организация в два последователни мандата.

След основаването си през 1945 г. ИМИ успя в течение на почти 70 години, до наши дни, отначало да се утвърди като необходима институция за развитието на страната, а по-късно и като Национален център за научни изследвания по математика и информатика в България. Това израстване на ИМИ безспорно се дължи, до голяма степен и на прозорливостта и напипването на важните тенденции в световната наука от ръководителите на ИМИ. Навлизането на информационните технологии през 60-те години на миналия век веднага беше усетено от академиците Любомир Илиев и Благовест Сендов и ИМИ пряко беше въввлечен в изследвания, свързани с предимствата, които компютрите предоставят. По съвсем друг начин изглеждаха вече редица клонове на математиката като Числените методи, Оптимизирането, Математическата статистика и др.

На 1.1.1999 г. академик Стефан Додунеков, тогава професор, става и.д. Директор на ИМИ. Времената са твърде турбулентни, ИМИ съществено е съхранил положителните натрупвания през годините, но е изправен пред необходимостта да избере посоката, в която да продължи. Решението до голяма степен зависи от новоизбрания директор на ИМИ професор Додунеков. Като директор в периода 1.9.1999-1.7.2012 той си постави ясна цел – ИМИ да затвърди водещата си роля на основен научен и образователен център по математика и информатика в България. Лесно е да се формулира тази наглед естествена цел, но за реализацията ѝ бяха необходими редица стъпки и административни решения. Съвместно с Научния съвет и Общото събрание на учените на ИМИ, с които академик Додунеков, като директор, установи отлично разбирателство, ИМИ успя:

- да оптимизира научната си структура, намалявайки броя на секциите от 20 на 13, запазвайки потенциал за класическите математически изследвания, но и усилвайки секциите по информатика и образованието по математика. Фундаменталните математически изследвания в ИМИ запазиха своето много добро ниво, вписвайки се в международните изследователски мрежи. Развитието на фундаменталните изследвания в ИМИ беше част от дейността на ИМИ, твърде близка и позната по същество на професор Додунеков, който на базата на дълбоките си познания по алгебра изгради, българска школа в областта на кодирането и криптографията, защитата на данни и др. Само да споменем, че той е бил ръководител на 12 международни проекта в тези области както и на шест проекта с НФНИ;
- съществено да разшири международните си връзки с водещите научни организации в света в областта на математиката и информатиката. ИМИ имаше и има договори за съвместни изследвания по линия на еквивалентна безвалутна размяна (ЕБР), двустранно и многостранно сътрудничество с десетки страни в Европа, Азия и Америка. В тази си дейност академик Додунеков ползваше опита от участието си като поканен лектор на над 30 научни конференции в чужбина, членството си в редица международни и чуждестранни научни организации, като:

Съюз на математиците в България, 1972 –

American Mathematical Society, 1976 – 1994, 2002 –

IEEE Information Theory Society, 1990 –

Combinatorial Society of China, 1989 –
Mathematical Society of Southeastern Europe, 2003 –
Mathematical Association of America, 2005 – ;

- силно да повиши ролята си в образователната сфера по математика и информатика на всички нива в страната, започвайки от началното училище и завършвайки с подготовката на докторанти. Професор Додунеков твърдо отстояваше тази дейност на ИМИ и лично участваше в нея. Както бе споменато по-горе, той е автор на 12 учебника и учебни пособия за средните училища; Академик Додунеков силно подкрепяше участието на ИМИ в подготовката и научното обслужване на извънкласната дейност в училище по математика, информатика и информационни технологии и математическа лингвистика на регионално, национално и международно ниво, изразяващо се в пряка работа годишно с над 200 учители от страната, подготовка на състезания и олимпиади на национално ниво по математика, по информатика и по математическа лингвистика, научно обслужване дейностите на Ученическият институт по математика и информатика (УЧИМИ): рецензиране на ученически проекти, журиране на конкурсни сесии на УЧИМИ, четене на лекции на летни изследователски школи за ученици и учители и ръководство на ученически проекти на тези школи. Постиганията на националните отбори по математика и информатика са добре известни и високо се ценят от държавното ръководство на България. Тази дейност получи висока оценка в доклада на европейските специалисти, провели през 2009 г. международен одит на БАН, в който се казва: „*IMI makes a strong contribution to the extended education of young talented Bulgarians in mathematics*“.
- да съхрани и укрепи научния си потенциал. Много рядко може да се намери човек като академик Додунеков, който с такава загриженост да се отнася към научното изграждане на колегите си. В тази си дейност той се придържаше към принципа „**вместо да критикуваш другите, хвали себе си**“, т.е. работи и бди сигурен, че трудът ти ще бъде оценен. Бил е ръководител на 7 у нас и 8 в чужбина успешно защитили докторанти и е участвал в 11 докторантски процедури в чужбина. Десетки учени от ИМИ са гост-професори в реномирани университети и изследователски институти в Европа, Азия, Америка, Австралия и Африка. Сам бил 16 пъти гост-професор в страни от Норвегия до Южна Корея, професор Додунеков ревностно поддържаше ИМИ да не прекъсва научните контакти с тези свои сътрудници, наричайки ги с добро чувство „**пътуващи проповедници**“, много добре осъзнавайки ползата от тях за българската математика.

Въпреки ежедневните си ангажименти като директор на ИМИ, в които немалка част заемаше и финансовото осигуряване на института, професор Додунеков успя:

- да развие научното сътрудничество на ИМИ с почти всички университети в страната, имащи отношение по подготовка на специалисти, в учебната програма на които се изучава математика и информатика. Определено може да се твърди, че научният потенциал на ИМИ по традиция служи за база и внася сигурност в качеството на университетското образование в България, включващо преподаване по математика и информатика.
- да намери сили и време за участие в 13 научни съвети и научно-експертни

комисии, като:

5 комисии на ВАК, където е бил и заместник председател на Комисията по математически науки;

2 комисии на МОН за разработване на програмите по математика за средните училища (председател);

- да допринесе съществено за високото ниво на над 30 национални и международни научни форуми, като член, а повечето пъти и като председател, на техните научни и програмни комитети. Тук може да се почне от годишните пролетни конференции на СМБ, да се мине през 13-те Уъркшопа по алгебрична и комбинаторна теория и да се стигне до конгресите на Математическото общество на страните от Югоизточна Европа.

Както вече бе споменато, професор Стефан Додунеков е автор на повече от 120 научни труда. Те са в областта на алгебричната и комбинаторната теория на кодирането. Главните му научни интереси са в следните области:

- теория на оптималните линейни кодове;
- радиус на покритие на линейни кодове;
- кодове с малък дефект;
- кодове в Евклидови пространства;
- алгоритми за декодиране на линейни кодове.

Тук ще опишем само някои от най-впечатляващите резултати на професор Додунеков, които го утвърждават като един от водещите учени в теорията на кодирането и му спечелват световно признание.

Оптимални линейни кодове. Изследванията на Стефан Додунеков по линейни кодове са първите резултати, които привличат вниманието на изследователите по кодове, поправящи грешки. В серия от статии [5, 9, 14, 15, 16, 17] той и сътрудниците му, от които по това време изпъква Н. Манев, доказват различни резултати за оптимални линейни кодове. От тях е получена класификацията на оптималните двоични кодове за всички размерности до 7 и е направен значителен прогрес в размерности 8 и 9. В [10] е определена точната стойност на $n_2(8, d)$ за всички минимални разстояния d с изключение на 18 стойности. По-късно в [3] са решени два от откритите случаи: $n_2(8, 78) = 159$ и $n_2(8, 80) = 162$. Ще отбележим, че вторият случай е решен с доказването на съществуването на код с параметри $[162, 8, 80]$. Този код беше получен чрез находчиво прилагане на дуалната конструкция на Брауер-ван Ойпен.

Статия [7] съдържа следната красива теорема: *за всеки q -ичен код, с дължина $n = t + g_q(k, d)$, съществува пораждаща матрица, имаща за редове кодови думи с тегло най-много $t + d$.* По-късно бе намерено и геометрично доказателство на този резултат.

В [2] авторите обобщават границата на Грей-Ранкин, като с това отговарят на половинвековен въпрос за „правилното“ пренасяне на тази граница върху q -ични кодове. По специално те доказват следната теорема:

Теорема. *Означаваме с $S_q(n, d)$ максималния брой n -симплекси в q -ично Хемингово пространство, така че разстоянието между кои да е два от тях е поне d . Тогава*

$$S_q(n, d) \leq \frac{q(qd - (q - 2)n)(n - d)}{n - ((q - 1)n - qd)^2},$$

ако е изпълнено $n - ((q - 1)n - qd)^2 > 0$. В случай на равенство множеството от всички кодови думи образува ортогонален масив със сила 2.

Радиус на покритие на линейни кодове. Две са работите, които изпъкват сред статиите в тази област. В класическата монография *Covering codes* с автори G. Cohen, S. Lytsin, I. Honkala и A. Lobstein е изказана следната хипотеза: при зададени n и k винаги съществува двоичен $[n, k]$ -код, който е самодопълнителен, т.е. съдържа думата съставена изцяло от единици. В [18] С. Додунеков, К. Манев и В. Тончев конструират контрапример на тази хипотеза.

Друга известна хипотеза за радиус на покритие е отхвърлена в [4]. Тя е от класическата книга по теория на кодирането *The Theory of Error-correcting Codes* от F. J. MacWilliams и N. J. A. Sloane. Тази хипотеза гласи, че не съществуват квазисъвършени БЧХ-кодове, различни от примитивните двоични БЧХ-кодове. Данев и Додунеков конструират в [4] семейство от троични квазисъвършени БЧХ-кодове.

Кодове с малък дефект. Класическото семейство на МДР-кодовете, лежащи на границата на Сингълтън, е един от най-важните класове линейни кодове. Задачата за намиране на максималната дължина на МДР-код с фиксирана размерност над зададена азбука е централен проблем на теория на кодирането. Неотдавна той бе решен от S. Ball в случая на крайни полета. Тя е еквивалентна на класическата геометрична задача за намиране на максималния брой точки в общо положение в $PG(k, q)$. Известните горни граници показват, че най-добрите МДР-кодове имат грубо казано същата дължина като мощността на полето, над което са конструирани. В много случаи от практиката това не е удовлетворително. В серия от работи [11, 12, 13] Додунеков и Ланджев представят и изследват нов клас от линейни кодове, които се отклоняват „малко“ от границата на Сингълтън, но запазват всички хубави свойства на МДР-кодовете. Те наричат тези кодове почти-МДР кодове.

Класът на почти-МДР кодовете е въведен в [11], където авторите представят няколко еквивалентни техни характеристики. Те намират спектъра на тези кодове и доказват долни и горни граници за максималната дължина $m'(k, q)$ на почти-МДР код с размерност k над поле с q елемента. По специално доказано е, че

$$q + \lceil 2\sqrt{q} \rceil \leq m'(k, q) \leq 2q + k - 2.$$

Долната граница се достига за алгебрични криви от род 1 в $PG(k, q)$, докато горната граница се доказва с геометрични аргументи. Тези граници не са подобрени до настоящия момент.

В [11] и [12] авторите изследват връзките между почти-МДР кодовете и специални множества от точки в крайни проективни геометрии. Използвайки класификацията на $(9, 3)$ -арките в $PG(2, 4)$ те доказват в [12] единствеността на почти-МДР кодовете с параметри $[11, 6, 5]_4$, $[11, 5, 6]_4$ и $[12, 6, 6]_4$. Думер и Зиновиев отбелязаха интересния факт, че последният код в тази група води до каскадно представяне на двоичния код на Голей с параметри $[24, 12, 8]$. Като страничен резултат е получена класификацията на всички кодове с параметри $[10, 4, 6]_4$ и $[10, 6, 4]_4$. Това решава въпроса за класификацията на всички почти-МДР кодове над поле с четири елемента.

Всички известни резултати за максималната дължина на почти-МДР код над малко поле, $q \leq 13$, са представени в [13]. Тази задача има точно решение за всички

полета с брой елементи, ненадхвърлящ 5.

Кодове в Евклидови пространства. В областта на сферичните кодове най-важният принос, направен от Стефан Додунеков се съдържа в работата [8]. В нея авторите представят нова конструкция на сферични кодове, основаваща се на две семейства от кодове: константно-тегловни кодове и блокови кодове. Тази конструкция обобщава известни оптимални конструкции за Евклидово разстояние $\rho = 1$. Получените нови сферични кодове подобряват значително известните долни граници за малки стойности на ρ . Главният резултат в [8] е следната теорема.

Теорема. Нека са дадени s двоични кода $B_i : (w_i, d_{b,i}, M_i)$ и s двоични константно-тегловни кода $A_i : (n, w_i, d_i, N_i)$, $i = 1, \dots, s$, $w_1 < \dots < w_s$. Тогава множеството от вектори

$$\bigcup_{i=1}^s \bigcup_{a \in A_i} \mathcal{X}(B_i, a)$$

е сферичен код $Y : (n, \rho, M)$ с

$$\begin{aligned} \rho &= \min(\rho^{(1)}, \rho^{(2)}), \quad M = \sum_{i=1}^s M_i N_i, \\ \rho^{(1)} &= \min_{1 \leq i \leq s} \left\{ \frac{4d_{b,i}}{w_i}, \frac{d_i}{w_i} \right\}, \\ \rho^{(2)} &= \min_{1 \leq i \leq s-1} \left\{ 2 - \left(1 - \sqrt{\frac{w_i}{w_{i+1}}} \right) \right\}. \end{aligned}$$

По специално, ако $d_{i,j} = d(A_i, A_j)$ е разстоянието между кодовете A_i и A_j , горното множество образува сферичен код $Y : (n, \rho, M)$ с

$$\rho^{(2)} = \min_{i \neq j} \left\{ 2 - \frac{w_i + w_j - d_{i,j}}{\sqrt{w_i w_j}} \right\}.$$

Алгоритми за декодиране на линейни кодове. Най-важният резултат в тази област е алгоритъмът за декодиране на кодовете на Zetterberg. Семейството на кодовете на Zetterberg с параметри $[2^m + 1, 2^m + 1 - 2u]$ за четно m е едно от най-известните семейства от кодове, поправящи две грешки, поради голямата им скорост. През 1992 г. С. Додунеков и Я. Нилсън представят метод за декодиране на кодовете в това семейство [19]. Техният алгоритъм използва факта, че тези кодове са квази-съвършени и реверсивни. До публикуването на [19] не беше известна процедура за пълно декодиране на кодовете на Zetterberg. Идеите от [19] са доразвити в [20] за получаване на алгоритми за пълно декодиране на троичния код на Голей, както и за декодиране на квази-съвършените кодове на Гашков-Сиделников. Друга важна публикация е [1], където авторите представят два алгоритъма за декодиране на троичния $[13, 7, 5]$ квадратично-остатъчен код.

REFERENCES

- [1] Ts. BAICHEVA, S. DODUNEKOV, R. KOTTER. On the performance of the ternary $[13,7,5]$ quadratic-residue code. *IEEE Trans. Inf. Theory*, **IT-48** (2002) No. 2, 562–564.

- [2] L. A. BASSALIGO, S. DODUNEKOV, T. HELLESETH, V. A. ZINOVIEV. The Grey-Rankin bound for nonbinary codes. *Problems of Information Transmission*, **42** (2006), No. 3, 37–44.
- [3] I. BOUKLIEV, S. DODUNEKOV, T. HELLESETH, O. YTREHUS. On the $[162, 8, 80; 2]$ codes. *IEEE Trans. Inform. Theory*, **IT-43** (1997), 2055–2057.
- [4] D. DANEV, S. DODUNEKOV. A family of ternary quasi-perfect BCH codes. *Designs, Codes and Cryptography*, **49** (2008), No 1, 265–271.
- [5] S. DODUNEKOV. Minimal block length of a q -ary code with specified dimension and code distance. *Problems of Information Transmission*, **20** (1984), No. 4, 239–249.
- [6] S. DODUNEKOV. Griesmer codes with maximal covering radius. *Problems of Inform. Transmission*, **23** (1987), No 4, 110–113.
- [7] S. DODUNEKOV. A comment on the weight structure of generator matrices of linear codes. *Problems of Information Transmission*, **26** (1990), No. 2, 101–104.
- [8] S. DODUNEKOV, TH. ERICSON, V. A. ZINOVIEV. Concatenation Methods for Construction of Spherical Codes in N -dimensional Euclidean space. *Problems of Information Transmission*, **27** (1991), No. 4, 34–38.
- [9] S. DODUNEKOV, S. GURITMAN, J. SIMONIS. Some new results on the minimum weight of binary linear codes of dimension nine. *IEEE Trans. Inf. Theory*, **IT-45** (1999), No. 7, 2543–2546.
- [10] S. DODUNEKOV, T. HELLESETH, N. MANEV, O. YTREHUS. New bounds on binary linear codes of dimension eight. *IEEE Trans. Inform. Theory*, **IT-33** (1987), No. 6, 917–919.
- [11] S. DODUNEKOV, I. LANDJEV. On near-MDS codes. *Journal of Geometry*, **54** (1995), 30–43.
- [12] S. DODUNEKOV, I. LANDJEV. On the quaternary $[11, 6, 5]$ and $[12, 6, 6]$ codes. In: Applications of Finite Fields (ed. D. Gollmann), IMA Conference Series 59, Clarendon Press, Oxford, 1996, 75–84.
- [13] S. DODUNEKOV, I. LANDJEV. Near-MDS Codes over some small fields, *Discrete Mathematics*, **213** (2000), 55–65.
- [14] S. DODUNEKOV, N. MANEV. Characterization of two classes of codes meeting the Griesmer bound. *Problems of Information Transmission*, **19** (1983), No. 4, 3–10.
- [15] S. DODUNEKOV, N. MANEV. Minimal possible block length of a binary linear code for some distances. *Problems of Information Transmission*, **20** (1984), No. 1, 12–18.
- [16] S. DODUNEKOV, N. MANEV. An improvement of the Griesmer bound for some small minimum distances. *Discrete Appl. Math.*, **12** (1985), No. 2, 103–114.
- [17] S. DODUNEKOV, N. MANEV. An improvement of Griesmer bound for some classes of distances. *Problems of Information Transmission*, **23** (1987), No. 1, 47–56.
- [18] S. DODUNEKOV, K. MANEV, V. TONCHEV. On the covering radius of binary $(14, 6)$ codes containing the all-one vector. *IEEE Trans. Inform. Theory*, **IT-34** (1988), No. 3, 591–595.
- [19] S. DODUNEKOV, J. NILSSON. Algebraic Decoding of Zetterberg Codes. *IEEE Trans. Inform. Theory*, **IT-38** (1992), No. 5, 1570–1573.
- [20] S. DODUNEKOV, J. NILSSON. On the decoding of some remarkable ternary codes. *Problems of Information Transmission* **31** (1995), No. 2, 36–43.

Андрей Андреев
 Петър Кендеров
 Иван Ланджев
 Институт по математика и информатика
 ул. Акад. Г. Бончев, бл. 8
 1113 София
 e-mail: aandreev@math.bas.bg
 vorednek@yahoo.com
 ivan@math.bas.bg