

РЕЦЕНЗИЯ

от проф. д.м.н. Николай Иванов Янков

по конкурс за заемане на академичната длъжност „доцент”

област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: **4.5. Математика** (Комбинаторика, теория на графите),

обявен в Държавен вестник бр. 14/10.02.2023 г.

за нуждите на Институт по математика и информатика при БАН

с единствен кандидат д-р Данила Дмитриевич Черкашин

1. Общо описание на представените материали във връзка с изпълнението на чл. 53 и чл. 54 (1) от ППЗРАСРБ

Съгласно заповед № 185/07.04.2023 г. на директора на ИМИ-БАН съм определен за член на Научното жури, а на проведеното първо заседание на 20.04.2023 г. ми беше възложена написването на настоящата рецензия. Всички необходими материалите във връзка с конкурса получих на електронен носител.

Предвид чл. 57а, ал. 1 от ППЗРАСРБ, оценяването на кандидат за заемане на академичната длъжност „доцент” се осъществява в съответствие на чл. 53 и резултатите от справките по чл. 54, ал. 1 също от ППЗРАСРБ. Във връзка с изпълнението на чл. 57а, на база на представените документи беше установено:

- копие от диплома № 330-НК-15 от 12.12.2018 г. за научната степен „кандидат на физико-математическите науки”, издадена от Санкт Петербургския отдел на Математическия институт „В. А. Стеклов” - Руска академия на науките. Дипломата е призната от БАН като образователна и научна степен „доктор” по Дискретна математика с Удостоверение №12/05.01.2023 г. в изпълнението на чл. 53, ал. 1, т. 1. При направена проверка установявам, че признатата степен е вписана в регистъра на НАЦИД за защитени трудове;
- че кандидатът има минимум 2 години стаж като научен сътрудник в научна организация - Санкт Петербургски държавен университет и Московски физико-технически университет, в изпълнение на чл. 53, ал. 1, т. 2, б);

- 3 публикации в специализирани научни издания, равностойни на 100 т., при изискуеми 100 т. за наличие на монографичен труд. Резултатите в представените статии не повтарят представените за придобиване на образователната и научна степен „доктор”, с което се изпълнява чл. 53, ал. 1, т. 3;
- справка по изпълнение на минималните национални изисквания по чл. 2б, ал. 2 и 3 от ЗРАСРБ, както и справка за оригиналните научни приноси, към които са приложени съответните доказателства, в изпълнението на чл. 53, ал. 3;
- декларация за авторство на научните трудове по конкурса.

2. Обща характеристика на публикациите по конкурса и справка за оригиналните научни и научно-приложни приноси

За участие в конкурса за академична длъжност „доцент” кандидатът е представил списък от общо 11 труда – публикации в математически научни журналы. Тези публикации с изключение на [5, On small n -uniform hypergraphs with positive discrepancy, JSTB, 139:353–359, 2019], която няма да точкувам, не повтарят използваните за получаване на ОНС „доктор”. Всички представени публикации са в специализирани научни издания, като 9 от тях са в списания с импакт-фактор (Web Of Science (WOS)), а една е индексирана в Scopus и има импакт-ранк. От статите с IF, съответно 2 са в квантил Q1, 3 в Q2, 4 в Q3 и 1 в Q4 и всички журналы са вписани в направление математика.

Средния IF на статиите е 0.946, което е висок показател за направлението математика. От оценяваните статии: 1 е самостоятелна, а останалите 9 са в съавторство, но д-р Черкашин е първи автор в половината от тях.

Приемам за частично верни данните в кандидатската справка за изпълнението на минималните национални изисквания както следва:

- Група В: 3 статии с обща стойност 100 т. (при изискуеми 100 т.);
- Група Г: 284 т. от 8 научни статии (при изискуеми 100 т.). Обаче статията [5] от списъка приложен от кандидата е използвана за придобиването на ОНС „доктор” (макар и като препринт в arXiv) и затова, съгласно чл. 24, ал. 1, т. 3 от ЗРАСРБ, считам че бройката тук трябва да се редуцира до 7 и сумата до 234 т.;
- Група Д: 35 цитирания в базите WOS и Scopus, общо 210 т. (при изискуеми 50 т.). Цитиранията са в периода 2017–2021, като най-много са през 2019 – 12

бр. и през 2020 – 9;

- Група Е: 3 участия в научни проекти, общо 30 т. (при изискуеми 30 т.).

Общият обем на представените за рецензиране научни трудове е 170 стр. Основните научни приноси в публикациите на кандидата за участието му в конкурса могат да се класифицират в следните групи:

- Топологична динамика (статия [1]);
- Хроматични числа на пространства (статии [2]–[4]);
- Оцветяване на хиперграфи (статии [5]–[9]);
- Приложения на графи и хиперграфи (статии [10] и [11]);

Използвани са широк кръг от инструменти на комбинаториката и теория на графите, както и аналитични методи и методи от линейната алгебра.

В [1] са разгледани изображения на компактни метрични пространства. Получените необходими и достатъчни условия за мултипроследяване водят до нови необходими условия за проследяване. Важно постижение на кандидата е подобрението на резултат на Aoki и Nigade за условието $CR(X, T) = \Omega(X, T)$, т.е. за съвпадение на множеството от рекурентните точки в ε -веригата с множеството от неблуждаещи точки, като е доказано, че е достатъчно свойството мултипроследяване на $CR(X, T)$ за достигане на равенство. Показано е че, ω -гранична точка на псевдотраектория на хомеоморфизъм с мултипроследяване е близка до минимална точка на системата, която се разглежда.

Статията [2] представлява кратка бележка, в която е извършено подобрение в резултатите, свързани с една от класическите задачи на комбинаторната геометрия – намирането на хроматичното число на евклидовото пространство \mathbb{R}^n . Използвайки последователност от теглови графи е намерено тяхното число на независимост $\alpha(G_n)$ и в резултат са получени нови долни граници на хроматичното число $\chi(\mathbb{R}^n)$ при $9 \leq n \leq 12$. Също така са представени и нови асимптотични граници за хроматичните числа и числата на независимост на случайните подграфи $G_{\frac{1}{2}}(n, 3, 1)$ и $G_{n, \frac{1}{2}}$.

Студията [3] продължава изучаването на хроматичното число на евклидовите пространства. По естествен път е извършен обобщение до евклидовите матрични пространства $\mathbb{K}^n \times \{0, \varepsilon\}^k$, $n, k \geq 1$ за $\mathbb{K} = \mathbb{R}$ или \mathbb{Q} . Основно е разгледан случая

$n = 2$ и е доказано е, че при $k = 1$ хроматичното число е в затворения интервал $[5, 7]$ при $\varepsilon < \sqrt{\frac{3}{7}}$, а при $k = 2$ са възможни само стойностите 6 и 7. В рационалния случай е получена стойност 3 за хроматичното число $\chi(\mathbb{Q} \times [0, \varepsilon]_{\mathbb{Q}}^3)$.

В [4] е разгледана последователността от графи $G_n = (V_n, E_n)$ с върхове V_n вектори v с координати $0, \pm 1$, $|v| = \sqrt{3}$ и ребра със скаларни произведения 1. За хроматичните числа $\chi(\mathbb{R}^n)$ и $\chi(\mathbb{Q}^n)$ на Евклидовите пространства е доказана граница, която ги свързва с частното $\frac{|V_n|}{\alpha(G_n)}$ и при стойности на $9 \leq n \leq 12$ тази граница е най-добрата известна.

Представената за рецензиране статия [5] разглежда важна задача формулирана от Erdős и Hajnal за ограничеността на функцията $f(n)$ – минималния брой ребра в n -еднороден хиперграф без оцветяване с положително несъответствие. Подобрена е известната горна граница от 1987 на Alon et. al за $f(n)$ до $O(\log \text{snd} n)$, където с snd е означен най-малкия не делител. За съжаление резултатите от тази публикация представляват основните постижения на глава 4 на дисертацията на кандидата за ОНС доктор.

В [6] е доказано съществуването на оцветяване на Кнезерови графи $K(n, \frac{n}{2} - t, s)$ в брой цветове с оценка $(4 + o(1))(s + t)^2$ с което са подобрени известните преди това оценки. Резултатът е получен използвайки Адамарови матрици и е разширен за изучаването на обобщени Кнезерови графи. Показано, че хроматичното число на такъв хиперграф с параметри $(n, r, \frac{n}{r} - t, s)$ е по-малко или равно на $2|E|$.

Продължение на изследванията на въпроса на Erdős и Hajnal за намиране на $m(n, r)$ – минималния брой ребра в n еднороден хиперграф с хроматично число поне r е представено в [7]. В случая с 3-графи при n много по-малко от r е подобрена долната граница за L_3 – границата на частното $\frac{m(n, r)}{r^n}$ до $\frac{4}{e^2}$. За доказателството е използвана модифицирана идея на Pluhár за оцветяване чрез greedy алгоритъм. Подобрено е доказателство на Akolzin-Shabanov за вероятността за избор на правилно ребро за случая $n = 3$

Хипотезата на N. Alon, че при фиксирано n съществува границата $\frac{m(n, r)}{r^n}$ е доказана в [8]. За целта е доказано и използвано неравенство – горна граница за максималното хроматично число на n -еднороден хиперграф с N -ребра. За първи път в литературата е доказано твърдение формулирано от B. Sidakov, с което за минималния брой ребра в n -еднороден хиперграф с хроматично число $\chi > r$ е

доказано същото: когато е дадено списъчно оцветяване, то границата $\frac{m_c(n, r)}{r^n}$ също съществува. Използвани са аналитични и комбинаторни аргументи.

Представената от кандидата работа [9] по същество е обхващащ обзор на екстремалните задачи, свързани с оцветяванията на хиперграфи и включва литература от 168 заглавия. Показателно за всеобхватността и актуалността на обзора е фактът, че повече от четвърт от цитираните заглавия са от последните 5 години, както и че са цитирани класически резултати от D. Hilbert (1892), F. Bernstein (1907) и V. L. van der Waerden (1927). В осемте глави, разположени на 60 стр. подробно и систематизирано са разгледани:

- Задачата на Erdős и Hajnal: показани са както класическите оценки, така и получените подобрения чрез greedy подхода и смесения подход. Разгледан е случая, когато се използват много цветове. В §2.4.3 е представен принос на кандидата във връзка с доказателството на хипотезата на N. Alon. В следващият параграф е представен случая на 3-графи, при който са използвани и резултати на д-р Черкашин за $\frac{m(3, r)}{r^3}$.
- Класически хиперграфи: прости линейни и b -прости хиперграфи; семейства хиперграфи-клик. Кандидатът има принос в теореми 3.2.5 и 3.2.10, както и при уточняването на горните граници на Erdos-Lovász за максималния брой ребра $M(n)$ в нетривиален хиперграф. кръстосано-пресичащи се семейства, както и нееднородни хиперграфи.
- Списъчно оцветяване на графи и хиперграфи: за фиксирани и произволни хиперграфи. Описан е и метода на контейнерите (D. Kleitman, K. Winston) както и приложенията му в случая на хиперграф.
- Пълноцветно оцветяване. Показани са горни и долни оценки, както и случая когато n/r е малко число. Тук можем да споменем приносите на д-р Черкашин - теореми 5.1.1, 5.2.1 и 5.2.2.
- Несъответствия. В тази част от обзора работите на кандидата са свързани с еднородни хиперграфи с положително несъответствие (Теорема 7.3.2.), като резултатите съвпадат с тези представени в [5].

- Явни конструкции и случаи с малки стойности на променливите. Тук резултатът е Теорема 8.3.2, но той е включен в докторската дисертация на кандидата и не го рецензирам.
- Приложения на оцветяването на хиперграфи: Едноцветни кубове на Хилберт, функция на ван дер Варден, явни оценки в теоремата на Folkman (обобщение на теорема на Schur от 1916). Тук резултатите са свързани с Кнезерови графи и са тези от [6]. Основните новости са в Теореме 9.5.2 и 9.5.3 като тук са представени в контекста на други съвременни резултати за оцветяването на обобщени Кнезерови графи.

Статията [10] е посветена на минималната сума на теглата на ребрата в граф с положителна сума от теглата на съседните ребра (SED граф). Известните граници за минималната сума от ребрата са потвърдени, като за границата $-(1 + o(1))\frac{n^2}{54}$ е доказано, че тази граница е оптимална, ако за SED двойката (G, f) е изпълнено следното условие: Всяко ребро от E_- свързва върхове с различни знаци на сумата s_v от стойностите на теглата в съседство на v , а всяко ребро от E_+ свързва само върхове с положителна сума.

В статията [11] е използвана тета-функцията на Lovász за задачата за четния град. Доказано, че при мощност на фамилията $|F| = 2^{\frac{n}{2}} + s$ броят на двойките $f_1, f_2 \in F$ с нечетно сечение $op(F) \geq s2^{\lfloor \frac{n}{2} \rfloor - 2}$. Прилагайки получените резултати е показано, че мощността на семейство от k -градове е ограничена отгоре от $k^{\frac{n}{2}}$ като тази граница е подобрена в два различни случая: за просто k и $(f_1, f_2) \not\equiv 0 \pmod{k}$; за $(f_1, f_2) \equiv t \pmod{k}$ за произволна двойка.

Приемам всички формулирани научни приноси на кандидата. Не ми е известно наличие на плагиатство в представените трудове.

3. Оценка на личния принос на кандидата

От представените в конкурса 10 бр. статии 3 са с 3 автори, 6 с 2 автори и 1 е самостоятелна. Считаю за равностойно участието на д-р Данила Черкашин в публикациите в съавторство.

4. Оценка на експертната и проектна дейност

Д-р Черкашин е декларира участие в 3 научни проекта в Руската федерация:

- 2016–2020: Проект 16-11-10039 „Комбинаторна, дискретна и изброителна геометрия” на Руската научна фондация с ръководител П. Г. Зограф. Кандидатът има регистрирани три публикации при изпълнението на този проект;
- 2016-2020: Проект 16-11-10014 „Случайни графи и хиперграфи: модели и приложения” на Руската научна фондация с ръководител А. М. Райгородский, като участието и тук се състои в авторство на 3 статии, от които две са самостоятелни;
- 2018-2020: Мега-Проект към Санкт Петербургския университет (финансиран от правителството на Русия) „Теория на групите, алгебрична геометрия, теория на представянията, теория на мотивите, гомотологически алгебра” с ръководител Dipendra Prasad.

5. Наукометрични данни на кандидата

Д-р Данила Черкашин има число на Ердьош 3 (А. Райгородский MR3700970, Béla Bollobás MR3403515, Paul Erdős MR1670561). В Scopus са индексирани 17 статии, като h -индекса (без самоцитирания) е 7 с общ брой цитирания 174. В базата WebOfScience има 16 публикации на кандидата, а h -индекса също е 7 при 103 цитирания. Това показва важноста на изследванията, както и широкия отзив от работата на д-р Черкашин.

6. Забележки и препоръки

Включените в пакета с документи за участие в конкурса статии не са номерирани според приложения списък с публикации за участие в конкурса. Журналната статия [5] представена от кандидата вече е била използвана в дисертацията му за ОНС „доктор” и не може да се използва за АД „доцент”. Няма информация в документацията за участия на кандидата в научни форуми, което считам за важно във връзка с разпространението на резултатите от научните изследвания за учен, кандидатстващ за АД „доцент” в научна организация.

7. Заключение

Като се вземе предвид гореизложеното и факта, че кандидатът удовлетворява всички необходими изисквания на ЗРАСРБ, ППЗРАСРБ и правилниците на БАН и ИМИ-БАН, предлагам д-р Данила Дмитриевич Черкашин да бъде избран на

академична длъжност „**доцент**” в ИМИ-БАН по област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление: **4.5. Математика**, научна специалност „Комбинаторика, теория на графите”.

Шумен, 29.05.2023 г.

Член на научното жури:

/проф. д.м.н. Николай Янков/