Становище

Относно: *Конкурс за заемане на академична длъжност "доцент" по област на висше образование 4. Природни науки, математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика, научна специалност Алгебра и теория на числата (Алгебрични структури).*
Кандидати: *доктор Йорг Копиц*
Автор на становището: проф. доктор Татяна Велкова Иванова

а) За своето участие в конкурса кандидатът е представил 16 статии, които са написани след процедурата за научната степен "Хабилитиран доктор по естествени науки" от 2002 г. Статиите са подредени тематично в следните области:
1) *Симетрични полугрупи (Semigroups of transformations, MSC 2010 20M20, Transformation Semigroups, 54H15)*: статии с номера 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16.
2) *Многообразия от полугрупи (*Varieties and pseudovarieties of semigroups *MSC 2010* 20M07*)*: статия 15.
3) *Клонинги (Clones)*: статия 8.

б) Научните работи на Йорг Копиц са в областта Алгебричната теория на полугрупите (асоциативните системи). В статиите представени за участие в конкурса преобладават резултати отнасящи се до подполугрупи на т.н. симетрична полугрупа T(X) - моноида от всички изображения (не обезателно обратими) на непразно множество X в себе си. В повечето случаи X е крайно множество от n елемента, и T(X) = T_n.

Йорг Копиц е автор на 66 научни статии и една монография. Участвал е с доклади в над 40 международни конференции. Изнасял е лекции по покана в Университета в Лисабон, Университета в Бърно, Университета в Сегед, и Университета Благоевград. В момента преподава в Университета в Потсдам, Германия. Чел е лекции по 11 различни математически дисциплини и е водил упражнения по 8 различни дисциплини. Научен ръководител е на 7 докторанта, от които 5 са вече успешно защитили. Бил е член на организационни комитети на 5 международни конференции в Потсдам, и член на програмния комитет на 5th International Scientific Conference FMNS 2013. Йорг Копиц е член на научните редколегии на “Asian-European Journal of Mathematics”, World Scientific, Singapore; и на “Discussiones Mathematicae”, General Algebra and Applications, Poland.

в) Анализ на научните постижения в представените работи.
Нека X е непразно множество. Известно е, че множеството от всички трансформации на X (изображения на X в себе) си е моноид, наречен *пълен моноид от трансформации на X*, или *симетрична полугрупа на X,* и се обозначава с *T(X)* (по аналогия със т.н. симетрична група на *X, Sym(X)*) . Така всяка полугрупа (или моноид) от изображения е по дефиниция подполугрупа (или подмоноид) на *T(X)*, пълния моноид от трансформации на *X*. Известно е, че *T(X)* е регулярна полугрупа, т.е. всеки елемент a на *T(X)* е регулярен в следия смисъл: за всеки елемент *a* съществува елемент *x* със свойството *axa = a*. Известната теоремата на Cayley в теорията на групите има естествено обобщение за моноиди: всеки моноид *M* е трансформационен моноид на множеството *M* (*M* се влага в *T(M)*). И така въпросът за изучаване на полугрупи (или моноиди) в общия случай се свежда до изучаване на моноиди от трансформации.

Ще подредим резултатите на Копиц в следните 4 групи.

I. ***X* = {1, 2, …, *n*}, разглеждано като n-елементна верига, *T(X) = T_n*.**

(1) Представена е е пълна класификация на максималните подполугрупи на идеалите на две специални полугрупи от трансформации - полугрупата O_n от растящи изображения и полугрупата M_n от монотонни изображения, [16, 2008].

(2) Изследването на полугрупите O_n и M_n продължава в статия [12 , 2011], където авторите описват идеали *I*, които се оказват следи на т.н. идеали K(n,r). Всеки такъв идеал е регулярна полугрупи, и естествено възниква въпросът за описанието на неговите максимални регулярни подполугрупи. Авторите дават отговор на този въпрос за полугрупата O_n [12, Теорема2.1], и за полугрупата M_n, [12, Теорема3.7]

(3) Авторът изучава полугрупите IOn, и , респективно, IMn на T_n, състоящи се от всички растящи инжективни изображения, респективно, всички монотонни частични инжективни изображения. Характеризирани са максималните подполугрупи на идеалите на IOn и IMn, и е намерен техният брой. Описани са максималните подполугрупи на IMn, статия [14 , 2009] .

(4) Описват се анти-инверсните (anti-inverse) подполугрупи S на T_n, един специален клас от регулярни полугрупи, в които всеки елемент *a на S* е анти-инверсен: съществува елемент *b* на *S,* със свойството *aba= b и bab= a,* в такъв случай *a* и *b* се наричат *взаимно анти-инверсни.* Авторите дават пълна класификация на анти-инверсните полугрупи в един *J*-клас, т.е. анти-инверсните полугрупи, състоящи се от изображения с фиксиран ранг (брой на елементите от образа) и като приложение получават резултати за полугрупите O_n (от растящи изображения), M_n (от монотонни изображения), OP_n (от всички изображения, запазващи ориентацията) и OPR_n (от всички изображения, които или запазват, или променят ориентацията), статия [13 , 2010].

(5) В статия [11, 2011] се изучават корегулярни подполугрупи *S* на *T_n,* т.е. полугрупи, в които всеки елемент *a* е *корегулярен:* съществува *b* в *S,* така, че *aba = bab = a.* Известно е, че корегулярните полугрупи представляват подклас на класа на т.н. *напълно регулярни групи,* който е добре изучен. Нещо повече, една полугрупа S е корегулярна тогава и само тогава, когато удовлетворява туждеството *x^3 = x.* Авторите характеризират всички корегулярни подполугрупи *S* на *T_n,* състоящи се от не повече от *3* елемента. Оказва се, че те са идемпотентни подполугрупи. Описват се и всички идемпотентни подполугрупи на полугрупата *En* от всички екстензивни изображения на X, както и максималните идемпотентни подполугрупи на полугрупата *OEn* от всички растящи екстензивни изображения.

(6) Свойствата на моноида *POEn* от всички растящи екстензивни частични изображения на X в себе си се изучават в статия [10, 2012]. Доказва се, че POE_n се поражда от множество от идемпотентни генератори. Оказва се, че свеки идемпотент с ранг *n*-1 е неразложим. Нещо повече, че рангът и идемпотентният ранг на POE_n са равни на 2*n*. Интересно е, че броят на максималните подполугрупи на POE_n, получени чрез отстраняване на единицата на *POEn* или чрез отстраняване на идемпотент от ранг *n*-1 е също 2*n.*

(7) Полугрупите *OPn от всички изображения апазващи ориентацията, и* полугрупата *OPRn* от всички изображения на *на X в себе си, които или запазват или променят ориентацията се изучават в* статия [9, 2012]. Авторите класифицират максималните

подполугрупи, както и максималните подполугрупи на идеалите на *OPn (Теорема 1.6). Теорема 2.6 задава подобна класификация и за* полугрупата *OPRn..*

(8) Известно е, че съществува тъждество, което е вярно във всяка собствена подполугрупа на симетричната полугрупа *Tn ,* но не е вярно в *Tn, (1994 R. Pöschel et al).* Копиц решава един проблем, формулиран през 1994 от авторите на горния резултат: конструира тъждество, вярно във всяка собствена подполугрупа на *On* (полугрупата *On* от растящи изображения на X в себе си) и не се изпълнява в самата *On* ([4, 2015, Теорема 1].

II. *X* е безкрайно множество, *T(X) е* пълния моноид от трансформации на *X* (*симетричната полугрупа на* X*)*.

Задачата за класификация на максималните подполугрупи на симетричната полугрупа *T*(*X*) на едно безкрайно множество *X* е трудна и е много далеч от някакво пълно решение. Решена е само за някои класове подполугрупи на *T*(*X*), като например за подполугрупите, съдържащи групата *Sym*(*X*) от пермутации на *X* или стабилизатори в *Sym*(*X*) на крайни подмножества на *X*.

(9) В случая, когато X е безкрайно изброимо множество, авторите на статия [6, 2014] изучават класове от подполугрупи на T(X), които съдържат фиксирана подполугрупа W със свойството, че съществува крайно множество U, което поражда T(X) по модул W. За всеки такъв клас се описват максималните подполугрупи. Намерено е и ново, независимо доказателство на класификационната теорема за подполугрупите *S*, съдържащи групата *Sym(X)* от пермутации на *X,* общият им брой е *5*. За всяка такава полугрупа *S* авторите описват максималните подполугрупи на класа от подполугрупи, съдържащи допълнението на *S* в T(X).

(10) Известен резултат на Вацлав Серпински от 1935 г. гласи, че всяка редица от изображения на едно безкрайно множество *X* в себе си се съдържа в подполугрупа *S* на *T(X)* породена от две такива изображения. Така относителният ранг на полугрупата по модул подмножество *A* на *T*(*X*) , т.е. размерът на минималното по мощност подмножество *B на T*(*X*), такова, че обединението на *A и B* поражда *T*(*X*)), е най-много 2, ако *A* е изброимо, или *B* е неизброимо в случай, че *A* е неизброимо. Статия [5, 2015] е мотивирана от този резултат. За всяко фиксирано подмножество *Y на X*, авторите разглеждат подполугрупата *T*(*X; Y*) на *T*(*X*), състояща се от всички изображения от *X в Y* и доказват, че ако *X* е безкрайно множество, то всяка редица от елементи на *T*(*X; Y*) се съдържа в нейна 3-породена подполугрупа тогава и само тогава, когато: (i) *Y* е неизброимо множество; и (ii) кардиналното число на *X* е строго по-голямо от кардиналното число на *Y* .

(11) В статия [3, 2016] се изучава относителният ранг на някои подполугрупи на полугрупата *T*(*X; Y*) по модул техни подмножества. Изчислен е относителният ранг на полугрупата *T*(*X; Y*) по модул подмножеството *E*(*X; Y*) от идемпотенти, както и относителният ранг по модул нейното подмножество *S*(*X; Y*), състоящо се от елементите на *T*(*X; Y*), чиито ограничения върху *Y* са пермутации на *Y* . Доказано е, че този ранг е 2, при условие, че *X* и *Y* имат еднаква мощност, и са намерени всички минимални относително-пораждащи двуелементни множества. Показва се, че в противен случай минималните относително-пораждащи множества са безкрайни.

(12) В случай, че *X* е крайно *n*-елементно линейно наредено множество, в статия [2, 2016] се дават явни формули за относителния ранг на подполугрупата *O*(*X; Y*) от растящи изображения от *T*(*X; Y*) по модул нейното подмножество от идемпотенти, *EO*(*X; Y*), а също и

за относителния ранг на полугрупата *T*(*X; Y*) по модул *O*(*X; Y*).

(13) Специалните случаи, когато X = N, множеството от естествените числа, и X= Z, множеството от целите числа се разглеждат в [1, 2016]. Авторите характеризират максималните подполугрупи на моноидите *IO*(N) и *IO*(Z) от растящи инжективни изображения на множеството N от естествените числа и множеството Z от целите числа, (всяко от тях е наредено с естествената линейна наредба). Намерени са максималните подполугрупи на моноида *SO*(Z) от растящи пермутации на Z. Известно е, че задачата за описание на максималните подполугрупи на моноида *O*(N) от растящи изображения на N е трудна и далеч от своето решение. Авторите намират пълно описание на онези от тях, които съдържат определено подмножество.

III. (14) В работата [15,2009] са описани всички регулярно-стабилни (regularsolid) многообразия от комутативни полугрупи, т.е. многообразия, които заедно със всяка полугрупа съдържат всички производни от нея полугрупи, генерирани чрез полугрупови думи от две букви. Като следствие се описва структурата на най-голямото регулярно-стабилно многообразие V RS от комутативни полугрупи.

IV. (15) Множеството Clone(A) на всички клонинги (clones) на дадено множество A е решетка. E. Post задава пълно описание на тази решетка в частния случай, когато A е дву-елементно множество. Описанието на *Clone*(*A*) в общия случай е задача много далеч от своето крайно решение. Статия [8, 2013] е (частичен) принос към описаниeto на *Clone*(*A*) за повече от два елемента.

Общият брой на статиите на Йорг Копиц е 67, публикувани са в 16 реферирани списания, като 8 от тях са с импакт фактор. Досега кандидатът е забелязал 59 цитирания (без автоцитатите).

д) Две от статиите, представени за конкурса са самостоятелни, дванадесет - с един съавтор и две - с двама съавтори. Съгласно заявлението на кандидата от авторската справка, всички автори са с еднакъв принос. **е)** Нямам съществени критични бележки към кандидата.
ж) Кандидатът изпълнява всички условия, посочени в чл. 3 на Правилника за прилагането на ЗРАСРБ в ИМИ и в БАН.

Заключение. Йорг Копиц е единствен кандидат в този конкурс. След присъждането на научната степен "Хабилитиран доктор по естествени науки" Копиц е получил нови оригинални интересни и съдържателни резултати. Постиженията му са добре известни на специалистите по полугрупи. Това, заедно с анализа на научните му постижения дава основание да препоръчам на уважаемото Научно жури да предложи на Научния съвет на Института по математика и информатика да избере Йорг Копиц за "доцент" по област на образование 4. Природни науки,математика и информатика, професионално направление 4.5. Математика,научнаспециалностАлгебраитеориятачислата (Алгебрични структури), за нуждите на Института по математика и информатика на БАН.

16 Април, 2017 г. София
С уважение:

ТАТЯНА ГАТЕВА- ИВАНОВА