

CZU: [514.7 + 548.1](478)

DOI: <http://doi.org/10.5281/zenodo.4457498>

ȘCOALA DE GEOMETRIE DISCRETĂ ȘI CRISTALOGRAFIE MATEMATICĂ DIN CHIȘINĂU LA 60 DE ANI

Alexandru LUNGU, Florin DAMIAN

Universitatea de Stat din Moldova

Școala științifică de Geometrie discretă și Cristalografie matematică, fondată în anii 60 ai secolului XX de către A.Zamorzaev, membru corespondent al AȘM, dr.hab. prof.univ. la USM, a cunoscut o dezvoltare vertiginoasă și în scurt timp a căpătat recunoaștere internațională. În cadrul acestei școli științifice au fost elaborate și dezvoltate teoriile generale ale mai multor generalizări ale simetriei clasice: antisimetria multiplă, simetria și antisimetria de colorație, P -simetria, $P^{\bar{}}$ -simetria (Q -simetria), W -simetria, simetria spațiilor Lobacevski și Minkowski de diferite dimensiuni.

Cuvinte-cheie: matematică, geometrie discretă, cristalografie matematică, grupuri, simetrii generalizate.

THE SCHOOL OF DISCRETE GEOMETRY AND MATHEMATICAL CRYSTALLOGRAPHY IN CHISINAU MARKS 60 YEARS

The scientific school of discrete geometry and mathematical crystallography, founded in the 1960s of the last century by the corresponding member of the ASM, Dr. hab., Prof. A. Zamorzaev at MSU, experienced a rapid development and soon gained international recognition. Within this scientific school, the general theories of several generalisations of classical symmetry were elaborated and developed: multiple antisymmetry, colour symmetry and antisymmetry, P -symmetry, $P^{\bar{}}$ -symmetry (Q -symmetry), W -symmetry, symmetry of Lobachevsky and Minkowsky spaces of different dimensions.

Keywords: mathematics, discrete geometry, mathematical crystallography, groups, generalized symmetry.

1. Etapele de dezvoltare a geometriei și cristalografiei matematice din cadrul USM sunt strâns legate de istoria Catedrei de Geometrie și Algebră, care a fost fondată în anul 1947 de către deja cunoscutul algebraist Vladimir Andrunachievici (1917-1997). Cercetările științifice în geometrie la Universitatea de Stat din Moldova au început propriu-zis pe la mijlocul anilor 50 ai secolului XX, odată cu sosirea la catedră a tânărului, pe atunci, geometru doctor în științe fizico-matematice Alecsandru M. Zamorzaev, discipol al academicianului Academiei de Științe din URSS A.D. Aleksandrov. Rezultatele științifice în domeniul geometriei discrete cu aplicații în cristalografie au fost recunoscute în cadrul URSS pe la mijlocul anilor 60, iar din anii 70, când a fost deschisă Catedra de Geometrie Superioară, au fost apreciate și pe arena internațională.

Școala de Geometrie discretă și Cristalografie matematică, fondată de A.Zamorzaev (1927-1997), membru corespondent al Academiei de Științe a Moldovei, are la activ mai multe rezultate fundamentale în domeniul generalizărilor simetriei clasice: teoria antisimetriei simple și multiple [1], teoria simetriei de colorație și a antisimetriei de colorație, teoria grupurilor de P -simetrie [2-21], teoria grupurilor de \bar{P} -simetrie ($P^{\bar{}}$ -simetrie sau Q -simetrie) [3, 22-34], teoria generală a grupurilor de W_p -simetrie [3, 35-43] și de W_q -simetrie [44-52]. De asemenea, membrii acestei școli științifice au contribuit substanțial la dezvoltarea teoriei simetriei de asemănare [2], a teoriei grupurilor de simetrie ale spațiilor pseudoeuclidiene de diferite dimensiuni [53-56], a teoriei grupurilor de simetrie din spațiile Lobacevski de diferite dimensiuni [57-88] și a teoriei descompunerilor spațiilor de curbură constantă și varietăților hiperbolice [84-108].

Discipoli ai acestei școli științifice sunt: doctorii habilitați în științe fizico-matematice, profesorii universitari V.Makarov (1936-2020), A.Palistrant (1933-2014), A.Lungu; doctorii în științe fizico-matematice I.Guțul, F.Damian, E.Zamorzaeva, E.Galearschi, I.Baltag, P.Zabolotni, V.Garit, V.Banari și alții.

În continuare vom descrie în ordine cronologică mai multe etape în stabilirea și dezvoltarea școlii științifice. Ca reper de început vom remarca toamna anului 1960, când trei geometri-simetriști – A.Zamorzaev, A.Palistrant și E.Galearschi, cu susținerea inițială a fizicienilor teoreticieni V.Moscalenco, S.Moscalenco și E.Pocatilov, au organizat în cadrul Universității de Stat din Moldova un Seminar științific pe probleme matematice de cristalografie. Câțiva absolvenți de la specializarea Geometrie, Catedra de Geometrie și Algebră, s-au încadrat în activitatea acestui seminar. Acest seminar s-a transformat mai târziu în seminar orășenesc de Geometrie

discretă și Cristalografie matematică. Specialiști nu doar din Moldova, dar și din alte centre științifice din URSS și de peste hotarele ei au prezentat rapoarte la acest seminar. Deja în anul 1962 conducătorul seminarului A.Zamorzaev și discipolii săi A.Palistrant și E.Galearschi au participat cu rapoarte la Prima Conferință Unională de Geometrie, care a avut loc la Kiev.

Din anul 1962 V.Makarov și A.Gametchi au început să participe la lucrările seminarului, după ce ei au absolvit cursurile postuniversitare în orașele Kiev și Moscova, respectiv. În primăvara anului 1963 membrul corespondent al AȘ a URSS B.N. Delone a ținut la Chișinău un ciclu de prelegeri în domeniul geometriei discrete. Unele dintre problemele formulate de B.N. Delone au fost soluționate de către geometrii din Chișinău în anul 1964. Vitalii Makarov, un geometru de excepție, a demonstrat prin metode geometrice originale că numărul de grupuri Fedorov neizomorfe din spațiul Lobachevski este infinit (rezultatul similar pe plan era cunoscut încă din secolul al XIX-lea), iar Alexandru Zamorzaev a construit mai multe serii infinite de descompuneri anormale (non-față-în-față) regulate ale spațiului euclidian, respingând astfel ipoteza lui B.N. Delone că este posibil să se construiască teoria stereoedrelor cu metode topologice (ceea ce a făcut B.N. Delone pentru teoria planigoanelor în cazul bidimensional). Ambele rezultate au fost aprobate de B.N. Delone și recomandate apoi de academicianul A.D. Aleksandrov pentru publicare în „Doklady AN SSSR”. În concluziile celei de a doua Conferințe Unionale de Geometrie, care a avut loc în anul 1964 în orașul Harkov, Universitatea de Stat din Chișinău a fost declarată al doilea centru științific de geometrie discretă din URSS (după IM „V.A. Steklov” al AȘ a URSS).

În toamna anului 1963 absolvenții specializării în geometrie A.Palistrant, E.Galearschi și I.Baltag au început studiile lor postuniversitare în domeniul geometriei și topologiei sub conducerea științifică a dr., conf.univ. A.Zamorzaev. Pe parcursul anilor 1963-1966 A.Palistrant a extins teoria academicianului N.V. Belov (cristalograf) despre simetria de colorație până la teoria simetriei și antisimetriei de colorație, a definitivat schema grupurilor cristalografice de antisimetrie multiplă, de antisimetrie de colorație, de antisimetrie simplă și multiplă de colorație cu un plan invariant. În acești ani E.Galearschi a studiat în detalii grupurile bidimensionale și conice de simetrie și antisimetrie multiplă de asemănare, a dedus toate grupurile cristalografice cilindrice de antisimetrie multiplă, iar I.Baltag s-a încadrat activ în elaborarea teoriei grupurilor de tip Fedorov pe planul și în spațiul geometriei pseudoeuclidiene a lui Minkowski.

Sub conducerea științifică a lui B.N. Delone și a lui A.Zamorzaev în anul 1966 V.Makarov a definitivat și a susținut cu brio teza de doctor în științe fizico-matematice „*Teoria descompunerilor spațiului Lobachevski*”, în care pentru prima dată au fost găsite grupurile discrete nearitmetice de simetrie ale spațiului Lobachevski. Vom menționa că în anii 1963-1971 au fost elaborate și susținute încă 3 teze de doctor în științe fizico-matematice de către membrii Seminarului științific: A.Palistrant – „*Grupuri bidimensionale și tridimensionale de simetrie și antisimetrie generalizată și aplicații ale lor*” (1967); I.Baltag – „*Cu privire la teoria grupurilor Fedorov și a descompunerilor regulate ale spațiului pseudoeuclidian*” (1969); E. Galearschi – „*Grupurile simetriei de similitudine și generalizări ale lor*” (1971).

În această perioadă, A.Zamorzaev, pe lângă colaborarea activă cu doctoranzii săi, a lucrat intens la elaborarea teoriei generale a P -simetriei – cea mai largă generalizare a antisimetriei de colorație, la care legea de transformare a calităților-„indici”, atribuite punctelor, se combină direct cu transformarea pur geometrică (aceste calități sunt de natură scalară) și nu depinde de alegerea punctelor respective. În schema P -simetriei intră atât cazurile particulare de antisimetrie simplă, antisimetrie multiplă sau simetrie de colorație Belov-Neronova-Palistrant, cât și unele generalizări ale savanților din alte țări (antisimetria de colorație Powley, criptosimetria simplă și multiplă Niggli-Wondratschek, criptosimetria Wittke). În anul 1971 A.Zamorzaev a susținut cu brio teza de doctor habilitat în științe fizico-matematice cu tema „*Teoria antisimetriei și diferite generalizări ale ei*”.

Rezultatele științifice ale lui A.Zamorzaev și ale discipolilor săi s-au dovedit a fi foarte actuale și au obținut o largă recunoaștere printre specialiștii din domeniu. În 1973, profesorul universitar A.Zamorzaev a fost distins cu Premiul E.S. Fedorov al AȘ a URSS (împreună cu V.A. Koptik, profesor la Universitatea de Stat „M.V. Lomonosov” din Moscova, fizician teoretician) pentru contribuții importante în domeniul cristalografiei matematice, iar în 1974, împreună cu discipolul său V.Makarov, i-a fost decernat Premiul de Stat al Moldovei în Știință și Tehnică pentru un ciclu de lucrări în domeniul geometriei discrete.

2. La începutul anului 1973 Catedra de Algebră și Geometrie a fost divizată în Catedra de Algebră Superioară și Catedra de Geometrie Superioară. Șef al Catedrei de Geometrie Superioară a fost ales profesorul

universitar A.Zamorzaev. Astfel, către anul 1973 un grup robust de geometri talentați, tineri absolvenți, s-au încadrat în activitatea didactică și de cercetare a catedrei nou-formate. Specializarea studenților în geometrie a devenit mai profundă și mai variată, ceea ce a condus la diversificarea tematicii seminarului științific. În această perioadă, sub conducerea științifică a lui A.Zamorzaev, alți 3 tineri absolvenți ai catedrei, P.Zabolotnii (1970), I.Guțul (1972) și A.Lungu (1973), au obținut rezultate valoroase în tezele lor de licență, completând teoria omologiei cristalelor în sens Miheev, teoria grupurilor mijlocii de P -simetrie și clasificarea cvazisimetriilor (P -simetriilor) cu rezultate noi. Vom menționa că în anul 1973 A.Lungu a participat cu rezultatele științifice proprii la Concursul republican al lucrărilor studențești, fiind distins cu Titlul de Laureat al Concursului republican al studenților în domeniul științelor sociale, naturale, tehnice și umanitare, Diplomă de gradul I și medalie.

În anul 1974, la editura republicană „Știința” a fost publicată culegerea de lucrări științifice „Cercetări în domeniul geometriei discrete”, redactată de A.Zamorzaev, care include rezultatele științifice ale tinerilor geometri I.Guțul, A.Lungu, V.Garit (absolvent din 1972) și ale doctorandului P.Zabolotnii (conducător științific dr.hab, prof.univ. A.Zamorzaev); de asemenea, și rezultatele cadrelor didactice ale catedrei A.Zamorzaev, A.Palistrant, E.Galearschi, I.Baltag, precum și ale lui V.Makarov (șef al Catedrei de Matematică, Universitatea Tehnică a Moldovei). Vom menționa că rezultatele principale din tezele de licență ale lui P.Zabolotnii, V.Garit și A.Lungu au constituit capitole separate în tezele lor de doctor în științe fizico-matematice.

În anul 1975 și-a continuat studiile, înscriindu-se la doctoratură, A.Lungu (conducător științific prof.univ. A.Zamorzaev) și, revenit după 3 ani de predare în școala generală, V.Garit (conducător științific dr.conf. I.Baltag). În această perioadă I.Guțul s-a angajat în cercetarea grupurilor discrete în spațiul Lobachevski, construind primele serii numărabile de 3-varietăți hiperbolice, iar în anii 1976-1980 a urmat cursurile post-universitare (conducător științific dr., conf.univ. V.Makarov).

Aparte vom menționa că rezultate frumoase în cercetarea P -simetriilor necristalografice au fost obținute în tezele de licență ale E.Zamorzaeva (1976, conducător științific dr., conf.univ. A.Palistrant), P.Efros și M.Efros (1979, conducător științific prof.univ. A.Zamorzaev). Ulterior, E.Zamorzaeva a devenit doctoranda celebrului geometru B.N. Delone, unde a început studiul aprofundat al teoriei descompunerilor regulate, iar cercetările ei despre P -simetriile supercristalografice au fost continuate de doctoranda Iu.Carpova (conducător științific prof.univ. A.Zamorzaev) și de P.Efros în teza sa de licență, în care a fost elaborată clasificarea P -simetriilor hipercristalografice.

Rezultatele științifice remarcabile ale lui A.Zamorzaev și ale discipolilor săi s-au dovedit a fi foarte actuale și în anii 70 au câștigat o largă recunoaștere atât în URSS, cât și peste hotarele ei. Monografiile [1,2] cuprindeau nu doar cele mai importante realizări din teza de doctor habilitat a lui A.Zamorzaev, dar și cele mai recente rezultate ale lui A.Palistrant și E.Galearschi. Rezultatele științifice obținute de A.Zamorzaev și A.Palistrant în domeniul geometrizării grupurilor de antisimetrie simplă și multiplă au pus o temelie trainică pentru descrierea ulterioară a structurii generale a grupurilor de simetrie multidimensionale din spațiile euclidiene n -dimensionale. Aparte vom menționa că savanții chișinăuieni au găsit și au fundamentat propria lor abordare în descrierea structurii generale a grupurilor cristalografice multidimensionale de anumite categorii prin intermediul grupurilor de tipuri diferite ale unor P -simetrii concrete în clasificare geometrică [2-5, 7, 8,10, 12-21]. Abordări originale în descrierea grupurilor discrete de simetrie ale spațiilor Lobachevski [57-88] și pseudo-euclidiene [53-56] au fost propuse de V.Makarov și I.Baltag, respectiv.

Metodele de aplicare a grupurilor de P -simetrie concrete la descrierea structurii generale a grupurilor cristalografice multidimensionale de simetrie cu plane invariante au fost elaborate și dezvoltate începând cu anii 70. Rezultatele obținute de A.Palistrant în acea perioadă au fost susținute activ de profesorul V.A. Koptik (fizician teoretician la Universitatea de Stat „M.V. Lomonosov” din Moscova), de academicianul N.V. Belov (specialist de vază de la Institutul de Cristalografie al AȘ a URSS), de alți specialiști din fosta URSS și din alte țări.

La inițiativa lui A.Zamorzaev Catedra de Geometrie Superioară a stabilit și apoi a consolidat colaborarea științifică cu geometri de la Institutul de Matematică „V.A. Steklov” al AȘ a URSS, cu fizicieni și cristalografi de la Universitatea de Stat „M.V. Lomonosov” din Moscova, cu cristalografi de la Institutul de Mine „G.V. Plehanov” din Leningrad, cu specialiști de la Institutul de Cristalografie „L.V. Subnikov” al AȘ a URSS. Au fost stabilite contacte științifice cu geometri și cristalografi din Filiala siberiană a AȘ a URSS din Novosibirsk.

În anii 1973 și 1975 A.Zamorzaev a fost referent științific oficial la 2 teze de doctor, susținute de discipolii lui V.A. Koptsik (N.M. Kujukeev din Kazahstan și I.N. Koțev din Bulgaria). În aceste teze autorii lor, folosind metode diferite de cele ale savanților chișinăuieni, au dedus așa-numitele grupuri Belov de P -simetrie și au sistematizat P -simetriile cristalografice. De asemenea, ei au dezvoltat ideea grupurilor de Q -simetrie, care sunt mai comode și mai adecvate pentru a descrie fenomenele fizice în cristale (în acest caz calitățile-„indici”, atribuite punctelor, reprezintă niște marimi omogene cu orientare, iar legea de schimbare a lor nu depinde de poziția punctelor respective) și ideea celei mai largi extinderi a simetriei clasice sub formă de W -simetrie (legea de schimbare a calităților-„indici”, atribuite punctelor, depinde de poziția punctelor respective).

În scurt timp după aceasta doctorandul A.Lungu, la sugestia conducătorului său științific A.Zamorzaev, a extins aparatul matematic al P -simetriei în formă de \bar{P} -simetrie (P^{bar} -simetrie), care în esență coincide cu ideea de Q -simetrie, elaborând teoria generală și clasificarea grupurilor pe tipuri, pornind, ca și în cazul P -simetriei lui Zamorzaev, de la grupul de definiție P de substituții al calităților-„indici” localizați în punctele obiectului cercetat [22]. Mai mult, A.Lungu a elaborat metode de deducere a grupurilor de tipuri diferite din grupul de definiție dat P și grupurile de simetrie clasică (în calitate de grupuri generatoare), dezvoltând metode teoretice și îmbogățindu-le cu noțiuni noi [23-27].

V.Garit, lucrând asupra tezei sale de doctorat, a colaborat fructuos cu I.Baltag în problemele definitivării listei grupurilor de tip Fedorov bidimensionale pseudoeuclidiene, extinderii acestor grupuri cu ajutorul anti-mișcărilor, studierii grupurilor discrete bidimensionale semieuclidiene. Rezultatul eforturilor lor comune s-a materializat în lucrarea [53]. În aceeași perioadă I.Guțul, în colaborare cu V.Makarov, a început studiul grupurilor discrete de mișcări ale spațiului Lobacevski și a elaborat metode de construcție a varietăților tridimensionale de curbura negativă, iar în anii 1976-1980 și-a continuat studiile postuniversitare.

Deja până în 1983 rezultatele științifice deosebite, obținute în cadrul Școlii de Geometrie discretă și Cristalografie matematică au câștigat o recunoaștere internațională. Dovezi ale acestui fapt sunt: participarea lui V.Makarov la congresele internaționale ale matematicienilor (1966, Moscova, 1983, Varșovia); participarea lui A.Palistrant în anul 1978 la Congresul al XI-a Internațional al cristalografilor în Varșovia; publicarea unor articole de sinteză în reviste internaționale, scrise la invitația cristalografilor elvețieni [109] și capitole în prestigioase serii de monografii unionale [60]; vizitele pentru stagieri ale geometrilor E.Horvat din Ungaria (1979) și H.Hertel din Germania (1982); participarea lui A.Zamorzaev, A.Palistrant și A.Lungu cu rapoarte științifice la lucrările Seminarului Internațional „Metode teoretice de grup în fizică” (Zvenigorod, 1979 și 1982). Mai mult, cu forțele membrilor seminarului științific în anul 1980 a fost organizat la USM Simpozionul Unional „Teoria simetriei și generalizările sale”, cu oaspeți din toate colțurile fostei Uniuni Sovietice și din Ungaria. Cel mai în vârstă participant al Simpozionului a fost prof.univ. Șafranovski din Leningrad, iar cea mai tânără participantă – coreferentul lui I.Baltag, studenta anului 5 V.Banari.

În acei ani colectivul Seminarului științific era foarte unit și capabil de a rezolva multe probleme complexe. Un merit deosebit în aceasta îi aparținea dr. conf.univ. I.Baltag, care a elaborat un nou curs opțional „Geometria formelor pătrate”, a scris mai multe manuale și materiale didactice, a organizat un seminar științific în domeniul geometriei formelor pătrate nedeterminate.

Merită să menționăm aparte că V.Makarov în anul 1978 s-a angajat la Institutul de Matematică cu Centrul de Calcul al Academiei de Științe a Moldovei și a continuat sistematic să lucreze prin cumul la Catedra de Geometrie Superioară a USM, unde a elaborat cursuri speciale la teoria grupurilor discrete de simetrie în spațiul Lobacevski și s-a încadrat activ în conducerea științifică a mai multor studenți dotați, inclusiv absolvenți, și a doctorandului catedrei I.Guțul, împreună cu profesorul A.Zamorzaev.

În perioada anilor 1973-1983 tinerii geometri participanți activi la Seminarul științific au susținut încă 6 teze de doctor în științe fizico-matematice: P.Zabolotni – „Despre generalizarea grupurilor de omologie după Miheev” (1977), A.Lungu – „Extinderea teoriei și clasificării P -simetriilor” (1980), V.Garit – „Grupuri discrete bidimensionale de mișcări și transformări de asemănare ale planelor pseudoeuclidiene și semieuclidiene” (1982), I.Guțul – „Construirea varietăților tridimensionale de curbura negativă constantă” (1983), Iu.Carpova (Ciubarova) – „Despre deducerea grupurilor minore spațiale de P -simetrie” (1983), E.Zamorzaeva – „Studiul descompunerilor regulate pentru grupurile simetriei de similitudine” (1983).

Această perioadă, deosebit de fructuoasă, s-a încununat cu susținerea cu brio a două teze de doctor habilitat în științe fizico-matematice: V.Makarov – „Metode geometrice de construcție a grupurilor discrete din spațiul Lobacevski” (1981) și A.Palistrant – „Grupuri de simetrie colorată, generalizarea și aplicații ale lor”

(1982). Astfel, inițiativele științifice și didactice ale prof.univ. A.Zamorzaev au avut ca rezultat faptul că micul său grup de discipoli s-a lărgit și s-a dezvoltat, până pe la mijlocul anilor 80, într-o Școală științifică puternică de Geometrie discretă și Cristalografie matematică, formată nu doar din mulți doctori, ci și din doctori habilitați în științe fizico-matematice.

3. În perioada dintre anii 1984 și 1992 a continuat dezvoltarea catedrei și evoluția ascendentă a absolvenților ei. Catedra a aprofundat și a extins contactele științifice cu savanți din diferite țări. De exemplu, în anul universitar 1983-1984 la catedră a fost la stagiune K.Muller din Germania. Tot în acei ani V.Makarov, I.Baltag și A.Palistrant au vizitat Ungaria, unde au prezentat comunicări științifice. Invitați speciali ai catedrei au fost prof.univ. E.Molnar din Budapesta (1983 și 1987) și prof.univ. S.Jablan din Belgrad (1986 și 1988). Este de menționat că prof.univ. A.Palistrant a stabilit relații științifice strânse cu prof.univ. S.Jablan, a vizitat orașul Belgrad, unde a ținut un ciclu de prelegeri. Mai apoi, împreună cu profesorul S.Jablan, a publicat mai multe articole științifice [5,7].

În anii 80 conexiunile cu Centrele științifice din Novosibirsk au devenit mai puternice: în 1982 și 1987 unii membri ai catedrei au participat la Simpozioanele de Geometrie „în general”, care au avut loc la Filiala siberiană a AȘ a URSS, iar A.Lungu (1984) și P.Zabolotnîi (1985) au avut stagieri în Institutele ale Filialei.

Merită o atenție deosebită absolvenții anilor 1984-1985 P.Makarov, F.Damian și V.Balcan. În anii de studenție P.Makarov și F.Damian au participat cu rezultate științifice proprii la Concursul Unional al lucrărilor studențești de la Novosibirsk (1983, 1984), primul fiind distins cu o medalie. F.Damian și V.Balcan au construit primele serii de varietăți neorientate tridimensionale de curbură constantă negativă și de volum finit [61], completând rezultatele obținute anterior de I.Guțul, V.Makarov și E.Molnar. P.Makarov a urmat, după un an de activitate la IM CC AȘM, doctoratul la Institutul de Matematică „V.A. Steklov” din Moscova, avându-l conducător științific pe cunoscutul geometru S.S. Ryshkov și a susținut teza la aceeași instituție. În anii 1985-1988 V.Balcan și-a continuat studiile la doctorantura catedrei, cercetând descompunerile regulate anormale ale spațiului Lobacevski (conducător științific prof.univ. V.Makarov). După absolvire F.Damian a fost angajat în sectorul de geometrie al IM CC al AȘM, unde s-a remarcat prin construirea unor varietăți hiperbolice prin metode originale. Poate fi evidențiat și V.Paci, absolvent al anului 1986, care a continuat cercetările începute de P.Efros despre P -simetriile hiper cristalografice și a obținut rezultate însemnate, a studiat la doctorantura catedrei (conducător științific A.Zamorzaev) în anii 1988-1991, dar în 1991 practic a abandonat munca științifică.

P.Efros a urmat doctorantura cu predestinație în geometria diferențială (conducător științific prof.univ. B.T. Bazilev, Moscova), studiind suprafețele ce conțin subvarietăți de codimensiunea 3 din spațiile euclidiene n -dimensionale.

În anii 1986-1987 la Catedra de Geometrie Superioară au fost publicate încă două monografii [3, 54]. Monografia [3] reflectă cele mai noi rezultate ale lui A.Zamorzaev în domeniul P -simetriei (după susținerea tezei de doctor habilitat în 1971), rezultatele din tezele de doctor în științe ale lui A.Lungu (clasificarea P -simetriilor cristalografice, teoria generală a grupurilor de \bar{P} -simetrie) și ale lui Iu.Carpova (deducerea și descrierea grupurilor cristalografice minore spațiale ale unor P -simetrii), precum și cele din teza de doctor habilitat a lui A.Palistrant (aplicarea grupurilor de P -simetrie la descrierea structurii generale a grupurilor n -dimensionale de simetrie). Monografia [54] conține rezultatele științifice ale lui I.Baltag, V.Garit și V.Banari despre simetria spațiilor pseudoeuclidiene, deducerea și descrierea rețelelor Bravais ale spațiului Minkowski tridimensional.

Un succes major al geometriei de la Universitatea de Stat din Moldova și, în general, al geometriei din Moldova a constituit desfășurarea în anul 1988 la Chișinău a lucrărilor Conferinței a IX-a Unionale de geometrie. Pentru prima dată în cadrul Conferințelor Unionale de geometrie activitatea s-a desfășurat în cadrul a 5 secții. În premieră a apărut Secția de geometrie discretă și combinatorică, la care au participat 29 de matematicieni din Moldova, dintre care 17 de la USM. Pentru prima dată a sosit la Chișinău academicianul AȘ a URSS A.D. Aleksandrov, descendenți ai căruia, în plan științific, sunt majoritatea geometrilor din Moldova.

În 1989 profesorul A.Zamorzaev a fost ales membru corespondent al Academiei de Științe a Moldovei. Tot atunci a fost ales ca membru corespondent al AȘM și Yu.Ryabukhin (algebraist, discipol al academicianului V.Andrunachievici), care fiind student absolvent a obținut sub conducerea științifică a lui A.Zamorzaev rezultate interesante privind axiomatiza „quasiafină” a geometriei Lobachevski.

În perioada 1988-1990 au fost susținute noi teze de doctor în științe fizico-matematice: P.Efros – „*Subvarietăți de codimensiunea 3 a spațiului euclidian*” (1988), V.Banari „*Tipuri de rețele Bravais ale spațiului tridimensional Minkowski*” (1988), V.Balcan – „*Descompuneri regulate anormale ale spațiului Lobacevski*” (1990). Merită atenție și absolventa catedrei din anul 1990 L.Solovei, care și-a continuat studiile în anii 1990-1994 la doctorantura catedrei (conducător științific dr., conf.univ. I.Baltag), unde a studiat proprietățile rețelelor n -dimensionale din spațiul Minkowski, transferând pentru $n=4$ metodele geometrice de construcție a acestor rețele, elaborate de V.Banari pentru $n=3$.

Este de menționat că în această perioadă unii membri activi ai Scolii științifice de Geometrie discretă și Cristalografie matematică au participat cu rapoarte la lucrările unor seminare și conferințe internaționale jubiliare, dedicate marcării unor evenimente importante în dezvoltarea cristalografiei ca știință: 100 de ani de la nașterea academicianului A.V. Șubnikov (Moscova, 1987), 100 de ani de la deducerea grupurilor spațiale tridimensionale (numite și grupuri Fedorov, Leningrad, mai 1991), 100 de ani de la nașterea academicianului N.V. Belov (Zvenigorod, decembrie 1991), 75 de ani de la nașterea academicianului A.D. Aleksandrov (Novosibirsk, 1987), 200 de ani de la nașterea lui N.I. Lobacevski (Kazan și St. Petersburg, 1992). Tot în acești ani Școala de Geometrie discretă și Cristalografie matematică din Chișinău a avut o prestație deosebită la conferințele internaționale de topologie (Leningrad 1982, Baku 1987, Kiev 1992) datorită rolului teoriei varietăților hiperbolice în topologia algebrică și geometrică contemporană. Dintre aceste conferințe merită a fi evidențiată în mod deosebit Conferința Internațională de Topologie de la Baku (1987), la care două referate au prezentat invitații V.Makarov și F.Damian.

4. Munca de cercetare științifică a membrilor catedrei, inclusiv a membrilor Seminarului de Geometrie discretă și Cristalografie matematică, a continuat destul de intens și în anii 90, în pofida tuturor greutăților financiare și de altă natură, legate cu schimbările radicale din țară. Începând cu anul 1991 la Catedra de Geometrie Superioară și-a desfășurat activitatea de cercetare colectivul de creație provizoriu (CCP) „Simetria” în frunte cu prof.univ. A.Zamorzaev (până în noiembrie 1997, când a decedat subit). După decesul profesorului A.Zamorzaev și până la finalizarea proiectului (anul 2000) colectivul de cercetători a fost condus de profesorul A.Palistrant. Grupul de cercetare a obținut mai multe rezultate privind deducerea grupurilor unor P -simetrii concrete și elaborarea bazelor teoriei generale a grupurilor de W -simetrie.

Aplicarea tot mai largă a grupurilor de P -simetrie la descrierea proprietăților fizice ale cristalelor reale a deschis perspective noi pentru alte generalizări, introduse și dezvoltate inițial de autori din alte țări. Chiar de la începutul acestei perioade dr., conf.univ. A.Lungu, la sugestia prof.univ. A.Zamorzaev și a prof.univ. V.A. Koptîk, a continuat să cerceteze din diferite puncte de vedere grupurile de W -simetrie [35]. Generalizarea simetriei clasice cu denumirea de W -simetrie este cercetată sub forma a două modificări concrete: W_p -simetria (în acest caz calitățile-„indici” au un caracter scalar, iar legea de schimbare a lor depinde de poziția punctelor în care ele sunt localizate) [35-40] și W_q -simetria (în cazul dat calitățile-„indici”, atribuite punctelor, reprezintă niște marimi omogene cu orientare ce sunt legate rigid de punctele respective, iar legea de schimbare a lor depinde de poziția punctelor respective) [44-49].

Fundamentarea matematică aprofundată a W -simetriei în modificările menționate mai sus, împreună cu clasificarea completă a grupurilor pe tipuri și elaborarea metodelor de deducere și descriere a grupurilor de tipuri diferite de W -simetrie, au constituit nucleul tezei de doctor habilitat în științe fizico-matematice a lui A.Lungu „*Teoria simetriei de colorație generalizată cu aplicarea extensiunilor și a împletirilor grupurilor*”, care a fost susținută cu brio în decembrie 1997. Tot în acest an teză de doctor în științe fizico-matematice a mai fost susținută de către L.Solovei, cu tema „*Metode de construcție a rețelelor Bravais în spațiul Minkowski 4-dimensional*”.

Prof.univ. A.Zamorzaev a cercetat proprietățile isomorfismului puternic al grupurilor de simetrie și le-a aplicat la clasificarea P -simetriilor [6], a studiat grupurile bidimensionale punctuale și liniare de P -simetrii hiper cristalografice și aplicațiile lor multidimensionale [9,11,14,15].

Prof.univ. A.Palistrant și-a concentrat atenția asupra deducerii și descrierii unor serii concrete de grupuri de diferite tipuri ale unor P -simetrii cristalografice concrete. Au urmat investigații în domeniul aplicării grupurilor concrete obținute de P -simetrii la descrierea structurii generale a grupurilor de simetrie multidimensionale cu plane invariante de diferite dimensiuni. Astfel, au fost generalizate grupurile de categoriile G_{10} și G_{20} cu P -simetriile de birozete ($P \cong G_{420}$) și cu ajutorul grupurilor obținute de tipuri diferite ale P -simetriilor de birozete au fost descrise grupurile de simetrie 5-dimensionale de categoria G_{5310} și 6-dimensionale de categoria G_{6420} . [4,5,7,8,10,12-16].

În ultimul deceniu al secolului XX în sectorul de geometrie al Institutului de Matematică și Informatică al AȘM au fost obținute un șir de rezultate importante ce țin de studiul geometriei varietăților hiperbolice în diferite dimensiuni. V.Makarov a elaborat un algoritm analogic algoritmului Poincare pentru descrierea vecinătății muchiei k -dimensionale în descompunerile n -dimensionale. A dat un răspuns constructiv la problema existenței în H^n a descompunerilor în poliedre egale care nu pot fi transformate în descompuneri regulate prin schimbarea cu locul a poliedrelor (întrebare ce pentru spațiul euclidian formează partea a doua a problemei 18 a lui D.Hilbert) [68].

I.Guțul a cercetat structurile hiperbolice incomplete pentru grupurile discrete de izometrii, scufundările total geodezice ale suprafețelor bidimensionale în varietățile hiperbolice 3-dimensionale și ale unor seturi de suprafețe în varietăți hiperbolice de volum finit. În colaborare cu prof. B.Apanasov (SUA), I.Guțul a demonstrat că pentru orice întreg N poate fi construit un poliedru hiperbolic care va fi fundamental pentru cel puțin N varietăți hiperbolice compacte 3-dimensionale diferite de același volum, iar grupurile lor fundamentale vor fi nearitmetice. I.Guțul a construit o serie numerabilă de poliedre hiperbolice 3-dimensionale de volum finit în spațiul Lobachevski, ale căror unghiuri diedre sunt iraționale în raport cu π , a demonstrat că aceste poliedre sunt fundamentale pentru grupuri discrete de izometrii ale spațiului hiperbolic, iar înseși grupurile nu conțin elemente de ordin finit; de asemenea, a construit câteva exemple de 4-varietăți hiperbolice necompacte de volum finit [78].

F.Damian a descris grupul de simetrie a 4-varietății hiperbolice Davis [71], a studiat geometria unor sub-varietăți total geodezice și a reușit să realizeze reconstrucții metrice consecutive care au condus la apariția unei involuții izometrice fără puncte staționare. Ca rezultat s-a reușit dedublarea volumului varietății reconstruite. Pe acoperirea universală a fost descris poliedrul fundamental, indicate incidențele hiperfețelor, inclusiv o parte nu față-în-față, și descris grupul fundamental prin generatori și relații determinante. O parte din aceste rezultate au inițiat cercetări comune cu prof. V.Makarov ce țin de varietăți icosaedrice cu bord total geodezic, au fost descrise legăturile dintre unele poliedre stelate regulate 4-dimensionale și harțile platonice pe 3-varietăți hiperbolice [72,74-77,81]. În 1997 F.Damian a anunțat prima varietate hiperbolică necompactă 5-dimensională de volum finit [79].

În aceeași perioadă E.Zamorzaeva, în comun cu geometrii germani D.Huson și O.Delgado, a efectuat clasificarea completă a descompunerilor 2-izoeдрice ale planului euclidian, publicând o lucrare de 74 p. în prestigioasa revistă „Geometriae Dedicata” [93]. E.Zamorzarva a publicat lucrări ce țin de descompunerile 2-izoeдрice ale sferei 2-dimensionale, a abordat probleme despre structura descompunerilor spațiului în corpuri poliedrale și despre descompunerile k -tranzitive ale spațiului. Ulterior ea a inițiat investigații în domeniul descompunerilor izoeдрice pe varietăți hiperbolice pornind de la suprafețe hiperbolice de gen doi [92-99, 101].

La sfârșitul anilor 90 prof.univ. V.Makarov s-a mutat cu traiul la Moscova, unde s-a angajat la Universitatea Prieteniei Popoarelor în numele lui Patris Lumumba, iar din anul 2008 a ținut cursuri la Universitatea de Stat „M.V. Lomonosov” din Moscova, Catedra de Matematică discretă, Facultatea de Mecanică și Matematică. V.Makarov și-a continuat munca de cercetare științifică în colaborare cu mai mulți specialiști din Rusia, având și legături strânse cu discipolii săi F.Damian, I.Guțul, V.Balcan.

Fără a ne aprofunda în detalii, vom menționa că în anii 1992-2000 unii membri activi ai Seminarului științific (A.Zamorzaev, V.Makarov, A.Palistrant, A.Lungu, F.Damian, E.Zamorzaeva, I.Guțul și alții) au participat cu rapoarte la o serie de manifestări științifice importante din țară și de peste hotare: *Conferința a II-a națională a matematicienilor romani* (București, România, 1992), *Conferința a XXIV-a națională de Geometrie și Topologie din România* (Iași, România, 1995); *International Conference "Geometry in General"* (Cerkasî, Ucraina: 1995, 1997, 1999); *International Conference "Symmetry and Antisymmetry in Mathematics. Formal Languages and Computer Science"* (Brașov, România: 1996; 2000); *International conference on Packings, Coverings and Tilings*. (Budapesta, Ungaria, 1996); *International Symposium septimum Tiraspolense "Generalis topologiae et suae applicationum"*, (Chișinău, Moldova, 1996); *IX meeting of the Russian Mineralogical society, dedicated to 275 year anniversary of the Russian Academy of Sciences* (St. Petersburg, Rusia, 1999); *Международный семинар «Дискретная математика и ее приложения» имени академика О.Б. Лупанова* (Moscova, USM, 1998, 1999).

5. În anul 2002 cu forțele membrilor Seminarului științific la Universitatea de Stat din Moldova a fost organizat Simpozionul cu participare internațională „*International Seminar on Discrete Geometry (dedicated to the 75th birthday of Professor A.M. Zamorzaev)*”, Chisinau, 28-29 august 2002. Au fost prezenți geometri

din Serbia și din Germania, iar prin lucrările trimise colegi din Rusia și din SUA. În 2003 F.Damian a susținut teza de doctorat cu tema „*Varietăți hiperbolice icosaedrice și prismatice de dimensiune 3 și 4*”.

În 2004 A.Lungu a fost distins cu Premiul de Stat al Republicii Moldova în Știință și Tehnică (în cadrul unei echipe de specialiști în matematică discretă, formată din 5 persoane în frunte cu academicianul AȘM Petru Soltan) pentru contribuții importante în domeniul matematicii discrete și aplicații ale ei. Vom menționa că A.Lungu a fost inclus în echipă datorită ciclului de lucrări ce se referă la grupurile discrete de simetrii generalizate (elaborarea teoriei grupurilor de W_p -simetrie și W_q -simetrie).

Din lipsă de spațiu ne vom limita numai la comentarii scurte în descrierea ultimilor 16-18 ani din activitatea de cercetare a geometriilor chișinăuieni. Vom menționa că o parte dintre ei și-au concentrat atenția asupra unor cercetări concrete: privind elucidarea aspectului geometric al extensiunilor disociabile ale unui grup finit de substituții P cu grupuri de simetrie clasică G [110-112]; privind simetria descompunerilor regulate ale spațiului euclidian ponderat cu sarcini „fizice” (scalare sau cu orientare) și, în general, privind simetria figurilor geometrice ponderate cu sarcini „fizice” [113, 114].

Au continuat investigațiile în domeniul aplicării grupurilor de diferite tipuri ale diferitor P -simetrii concrete la descrierea structurii grupurilor de simetrie multidimensionale cu plane invariante. Au fost generalizate grupurile de limită ale rozetelor, tabletelor și ale claselor cristalografice cu antisimetrie simplă, multiplă și cu unele cazuri concrete de P -simetrii cristalografice și hiper cristalografice de ordinul I și de ordinul II (în clasificare geometrică) și rezultatele obținute au fost aplicate la aprecieri cantitative și la descrierea unor categorii ale grupurilor de simetrie n -dimensionale [17-21].

Au urmat unele generalizări concrete cu P^{bar} -simetriile ciclice și cu unele W_p -simetrii ciclice ale grupurilor de categoriile G_{320} și G_{30} în calitate de grupuri generatoare și studierea proprietăților unor tipuri de grupuri de W_q -simetrii [28-34,41-43,50-52]. Au fost depuse eforturi în cercetarea simetriei complexelor stelare peste hărți regulate [81,84], s-a revenit la cercetarea geometriei unor varietăți hiperbolice 4- și 5-dimensionale [77,82,88], la cercetarea simetriei diferitor clase de varietăți hiperbolice orientabile și neorientabile, de asemenea, la descrierea unor metode de completare a lor [83], la cercetarea și descrierea simetriei descompunerilor izoedrice ale varietăților hiperbolice și la clasificarea lor [97,99,101,103-107].

A fost studiată completarea structurilor hiperbolice incomplete pe complementul lanțului Whitehead în sfera treidimensională. Au fost construite serii numărabile de poliedre care se obțin pentru aceste completări. Au fost studiate completările varietăților hiperbolice neorientate incomplete [85]. Au fost studiate poliedrele cu unghiuri diedre drepte în spațiul hiperbolic și varietățile hiperbolice ce le corespund [86].

În comun cu V.Makarov, au fost inițiate o serie de lucrări asupra unei abordări intermediare de reprezentare a varietăților hiperbolice prin poliedre echidistante peste subvarietăți compacte de codimensiune unu scufundate total geodezic. Au fost construite exemple de 3-varietăți simetrice peste hărți platonice pe suprafețe hiperbolice [117].

În încheiere vom enumera un șir de manifestații științifice importante internaționale și naționale, la care au participat membrii Seminarului, începând cu anul 2001: *Международная конференция по дискретной геометрии и ее приложениям, посвященной 70-летию проф. С.С. Рышкова* (Moscova, Rusia, 2001); Conferințele Societății de Matematică din Republica Moldova (Chișinău, 2001, 2004, 2014, 2017, 2019); *International Conference on Geometry and Topology* (Cerkasî, Ucraina: 2001, 2003, 2005, 2007); *International Congress MASSEE'2003* (Borovets, Bulgaria, 2003); *5-th Congress of Romanian mathematicians* (Pitesti, Romania, 2003); Conferințele anuale cu participare internațională ale Societății de Matematică aplicată și industrială din Romania (ROMAI), începând cu anul 2003; *Международный семинар «Дискретная математика и ее приложения» имени академика О.Б. Лупанова* (Moscova, USM, 2004, 2016, 2018, 2019); *International Conference „Algebraic Systems and their Applications in Differential Equations and other domains of mathematics”* (Chișinău, Moldova, 2007); *International Conference „Mathematics & Information Technologies: research and education (MITRE)”* (Chișinău, Moldova: 2008, 2009, 2011, 2013, 2015, 2016, 2019); *International Conference "XVI GEOMETRICAL SEMINAR"* (Vrnjacka Banja, Serbia, 2010); *The 8th International Conference on Geometry, Topology and teaching geometry* (Cerkasî, Ucraina, 2013); *The Eighth Congress of Romanian Mathematicians*. (Iași, România, 2015); *XIII Международная конференция «Алгебра, теория чисел и дискретная геометрия: современные проблемы и приложения», посвященная 85-летию со дня рождения профессора С.С. Рышкова*. (Tula, Rusia, 2015); *7th European Congress of Mathematics* (Berlin, Germania, 2016); *ICM 2018* (Rio de Janeiro, Brazilia, 2018).

Detalii suplimentare specifice despre dezvoltarea catedrei și despre unele aspecte ale simetriilor generalizate, despre activitatea științifică a unor membri mai activi ai Seminarului „*Geometrie discretă și Cristalografie matematică*” pot fi găsite în publicațiile [119-124] și pe site-urile [125-129].

Referințe:

1. ЗАМОРЗАЕВ, А.М. *Теория простой и кратной антисимметрии*. Кишинев: Штиинца, 1976. 283 с.
2. ЗАМОРЗАЕВ, А.М., ГАЛЯРСКИЙ, Э.И. и ПАЛИСТРАНТ, А.Ф. *Цветная симметрия, ее обобщения и приложения*. Кишинев: Штиинца, 1978. 275 с.
3. ЗАМОРЗАЕВ, А.М., КАРПОВА, Ю.С., ЛУНГУ, А.П., ПАЛИСТРАНТ, А.Ф. *P-симметрия и её дальнейшее развитие*. Кишинев: Штиинца, 1986. 156 с.
4. PALISTRANT, A.F. Frieze groups of two-sided rosette P -symmetries and their geometric applications (Russian). In: *Bul. Acad. Științe Repub. Mold., Mat.*, 1992, no.4 (10), p.35-42.
5. JABLAN, S.V., PALISTRANT, A.F. Simple and multiple color antisymmetry space groups.(English. Russian original). In: *Crystallography Reports*, 1993, vol.38, no.2, p.137-141 (translation from *Kristallografiya* 38, No.2, p.4-11).
6. ZAMORZAEV, A.M. On the strong isomorphism of groups and isomorphism of $SP\bar{S}$ -symmetries. (Russian). In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei, Matematica*, 1994, nr.1 (14), p.75-84.
7. PALISTRANT, A.F., JABLAN, S.V. Limiting groups of multidimensional plane-point groups (English). In: *Filomat*, 1994, no.8, p.41-55.
8. PALISTRANT, A.F. Planar point groups of tablets and hypertablets P -symmetries and their application to the study of multidimensional symmetry groups. (Russian). In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei, Matematica*, 1994, nr.1 (14), p.21-29.
9. ZAMORZAEV, A.M. Two-dimensional point groups of hypercrystallographic $SP\bar{S}$ -symmetries and their multidimensional applications. (Russian). In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei, Matematica*, 1995, nr.2-3(18-19), p.22-31.
10. PALISTRANT, A.F. Three-dimensional point groups of simple and double p - and $(p/-)$ -antisymmetry and their geometric applications (Russian). In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei, Matematica*, 1995, nr.1 (17), p.56-64.
11. ZAMORZAEV, A.M. Two-dimensional linear groups of hypercrystallographic $SP\bar{S}$ -symmetries and their multidimensional applications. (Russian). In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei, Matematica*, 1996, nr.1(20), p.65-74.
12. PALISTRANT, A.F. Three-dimensional plane-linear groups of hypercrystallographic P -symmetries and their multidimensional applications. (Russian). In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei, Matematica*, 1997, nr.3(25), p.34-41.
13. PALISTRANT, A.F. Two- and three-dimensional point groups of hyper-tablet P -symmetries and their geometrical application. In: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei, Matematica*, 1999, nr.1(29), p.106-110.
14. ЗАМОРЗАЕВ, А.М., ПАЛИСТРАНТ, А.Ф. Трёхмерные точечные группы гиперкристал-лографических P -симметрий и некоторые их применения. В: *Кристаллография*, 1999, т. 44, №6, с.976-979.
15. ПАЛИСТРАНТ А.Ф., ЗАМОРЗАЕВ А.М. Трёхмерные точечные группы гиперкристал-лографических P -симметрий 2-го порядка и их многомерные приложения. В: *Кристаллография*, 2000, т.45, №1, с.5-11.
16. ПАЛИСТРАНТ, А.Ф. О группах розеточных, таблеточных и гиперталеточных P -симметрий и их связей с группами многомерных симметрий. В: *Кристаллография*, 2000, т.45, №6, с.967-973.
17. PALISTRANT, A.F. On a number of some categories of the limiting groups of multidimensional plane crystallographic point groups of symmetry. In: *Journal Crystallography Reports*, 2005, vol.50, no.1, p.1-9.
18. PALISTRANT, A.F. Complete derivation of space groups of magnetic symmetry of crystals by numerical construction. In: *Crystallography Reports*, 2007, vol.52, no.6, p.1048-1055.
19. PALISTRANT, A.F. Using the P -symmetry space groups of crystals to investigate 6D symmetry groups. In: *Journal Crystallography Reports*, 2009, vol.54, no.4, p.539-547.
20. ПАЛИСТРАНТ, А.Ф. Полная схема четырехмерных кристаллографических групп симметрии. В: *Кристаллография*, 2012, т.57, №4, с.539-545. (*Crystallography Reports*. July 2012, Volume 57, Issue 4, p.471-477).
21. PALISTRANT, A.F. Investigation of 5D point symmetry groups with an invariant 3D plane and immobile point on it. In: *Crystallography Reports*, 2013, vol.58, Issue 3, p.371-378.
22. ЛУНГУ, А.П. *К теории \bar{P} -симметрии*. Рукопись депонированна в ВИНТИ, Москва, 1978, № 1709-78 Деп. 16 с.
23. ЛУНГУ, А.П. *К методики вывода младших групп \bar{P} -симметрии*. Рукопись деп. в ВИНТИ 4 мая 1979 г., №1587-79 Деп. 22 с.
24. ЛУНГУ, А.П. О квазигомоморфизмах групп и Φ -инвариантных подгруппах. В кн.: *Общая алгебра и дискретная геометрия*. Кишинев: Штиинца, 1980, с.47-51.
25. ЛУНГУ, А.П. К выводу групп Q -симметрии (\bar{P} -симметрии). В: *Кристаллография*, 1980, т.25, вып.5, с.1051-1053.

26. ЛУНГУ, А.П. Универсальная методика вывода групп \bar{P} -симметрии (Q -симметрии). Рукопись деп. в МолдНИИИИТИ 28 июня 1983г., №308М-Д83. 14 с.
27. LUNGU, A. Discrete groups of recent generalizations of color symmetry. In: *Scientific Annals Faculty of Mathematics and Informatics*. State University of Moldova, Chisinau, 2003, vol.5, p.34-46.
28. LUNGU A., BRANIȘTE, M. Structura automorfismelor grupurilor cristalografice de categoria G_{30} . În: *Studia Universitatis*. Seria „Științe exacte și economice”, Chișinău: CEP USM, 2007, nr.8, p.5-11.
29. BRANIȘTE, M., LUNGU, A. Asupra interpretării geometrice a grupurilor minore de \bar{P} -simetrie cu figuri „indexate”. În: *Studia Universitatis*. Seria „Științe exacte și economice”. Chișinău: CEP USM, 2008, nr.8(13), p.75-80.
30. LUNGU A. Aspecte geometrice și algebrice ale aparatului matematic al \bar{P} -simetriei și W_p -simetriei. În: *Studia Universitatis Moldaviae*. Seria „Științe exacte și economice”. Chișinău: CEP USM, 2013, nr.7(67), p.3-9.
31. LUNGU A., ROȘCA M. Generalizarea grupurilor cristalografice de categoria G_{320} cu $\bar{3}$ – simetrie. În: *Studia Universitatis Moldaviae*. Seria „Științe exacte și economice”. Chișinău: CEP USM, 2013, nr.2(62), p.3-9.
32. LUNGU A., ROȘCA M. Grupurile cristalografice de 4^{bar} -simetrie cu grupurile generatoare de categoria G_{320} . În: *Studia Universitatis Moldaviae*. Seria „Științe exacte și economice”. Chișinău: CEP USM, 2014, nr.2(72), p.39-47. (<http://studiamsu.eu/wp-content/uploads/06.-p.39-47.pdf>)
33. LUNGU A. Generalizarea grupurilor discrete de tablete cu 6^{bar} –simetrie. În: *Studia Universitatis Moldaviae*. Seria „Științe exacte și economice”. Chișinău: CEP USM, 2014, nr.7(77), p.17-25. (<http://studiamsu.eu/wp-content/uploads/02.-p.17-25.pdf>).
34. LUNGU, A. The minor groups of 6^{bar} -symmetry, generated by tablet groups. In: *The Third Conference of Mathematical Society of Moldova. Proceedings IMCS-50*. August 19-23, 2014, Chisinau, p.130-133. (http://www.math.md/imcs50/Proceedings_IMCS50.pdf).
35. LUNGU, A.P. On the theory W -symmetry groups. (Russian) În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Matematica*, 1992, nr.3 (9), p.72-81.
36. LUNGU, A.P. Методика вывода полумладших и псевдомладших групп W -симметрии. În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 1994, nr.2(15), p.29-39.
37. LUNGU, A.P. Some properties of left quasihomomorphic mappings. (Russian). În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Matematica*, 1995, nr.1(17), p.78-81.
38. LUNGU, A.P. Методика вывода средних групп W -симметрии. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Matematica*, 1996, nr.1(20), p.35-39.
39. LUNGU, A.P. Универсальная методика вывода конечных групп W_p -симметрии. În: *Anale științifice ale Universității de Stat din Moldova*. Seria „Științe reale”. Chișinău, 1997, p.16-22.
40. LUNGU, A. The recent generalizations of colored symmetry. In: *Visual mathematics. Art and Science Electronic Journal of ISIS – Symmetry*, 2000, vol.2, no.2, 25 p. (<http://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/lungu/index.html>)
41. BRANIȘTE, M., LUNGU, A. *Asupra proprietăților grupurilor pseudominore de W_p -simetrie*. În: *Studia Universitatis*. Seria „Științe exacte și economice”. Chișinău: CEP USM, 2010, nr.2(32), p.5-14.
42. LUNGU, A. Grupuri punctuale cristalografice de W_p -simetriei ciclice. În: *Studia Universitatis Moldaviae*. Seria „Științe exacte și economice”. Chișinău: CEP USM, 2017, nr.2 (102), p.3-12. ISSN 1857-2073. ISSN online 2345-1033. (http://studiamsu.eu/wp-content/uploads/01.P.3-12Matematica_102.pdf).
43. LUNGU, A. On the theory of finite crystallographic groups of cyclical W_p -symmetry. In: *Proceedings of the Fifth Conference of Mathematical Society of Moldova IMCS-55*, September 28 - October 1, 2019, Chisinau, Republic of Moldova, p.93-96.
44. LUNGU, A.P. Основы общей теории W_q -симметрии. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Matematica*. 1996, nr.3(22), p.94-100.
45. LUNGU, A.P. К теории групп W_q -симметрии. În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Matematica*, 1997, nr.2(24), p.77-86.
46. LUNGU, A. W_q – simetria și împletirile încrucișate de grupuri. În: *Anale științifice ale Universității de Stat din Moldova*. Seria „Științe fizico-matematice”. Chișinău, 1999, p.237-242.
47. LUNGU, A. Grupurile mijlocii finite de W_q -simetrie și cvasiomorfismele încrucișate generalizate. In: *Anale științifice ale USM*. Seria „Științe fizico-matematice”. Chișinău, 1999, p.232-236.
48. LUNGU, A. Discrete groups of W_q -symmetry. In: *Proceedings of the 2nd International Conference on Symmetry and Antisymmetry in Mathematics, Formal Languages and Computer Science. Satellite Conference of 3ECM*, Brasov, 2000, Romania, p.175-184.
49. LUNGU, A. Discrete groups of W -symmetry. In vol.: *Proceedings of the 11th Conference on Applied and Industrial Mathematics*. May 29-31, 2003. Oradea, Romania., vol.I, p.156-160.

50. BRANIȘTE, M., LUNGU, A. Structura generală a grupurilor discrete pseudominore de W_q -simetrie. În: *Studia Universitatis. Seria „Științe exacte și economice”*. Chișinău: CEP USM, 2010, nr.7 (37), p.5-9. (<http://studiamsu.eu/wp-content/uploads/01.-p.05-091.pdf>)
51. LUNGU, A., BRANIȘTE, M. Unele aspecte ale teoriei generale a grupurilor discrete pseudominore de W_q -simetrie. În: *Studia Universitatis. Seria „Științe exacte și economice”*. Chișinău: CEP USM, 2010, nr.7(37), p.10-19. (<http://studiamsu.eu/wp-content/uploads/02.-p.10-19.pdf>)
52. LUNGU, A., BRANIȘTE, M. On methods of deriving the pseudo-minor groups of W_q -symmetry. In: *ROMAI Journal*, 2011, no.7, 1, p.115-124 (vers. el. <http://rj.romai.ro/arhiva/2011/1/Lungu.pdf>)
53. БАЛТАГ, И.А., ГАРИТ, В.П. *Двумерные дискретные аффинные группы*. Кишинёв: ШТИИЦА, 1981. 118с.
54. БАЛТАГ, И.А. *Методы построения дискретных групп преобразований симметрии пространства Минковского*. Кишинёв, 1987.
55. BALTAG, I.A., SOLOVEI, L.E. Representation of a four-dimensional Minkowski space by indeterminate integral forms. (Russian). În: *Buletinul Academiei de Științe a Moldovei. Matematica*, 1991, nr.1(4), p.68-73.
56. SOLOVEI, L. Construction of pointwise lattices in Euclidean and Minkowsky spaces with some given properties. In vol.: *Proceedings CSM4. The Fourth Conference of Mathematical Society of the Republic of Moldova. June 28- July 2, 2017*, Chisinau, 2017, p.231-234.
57. МАКАРОВ, В.С. Об одном классе разбиений пространства Лобачевского. В: *Доклады Академии наук СССР*, 1965, том 161, №2, с.277-278.
58. МАКАРОВ, В.С. Об одном классе дискретных групп пространства Лобачевского, имеющих бесконечную фундаментальную область конечной меры. В: *Доклады Академии наук СССР*, 1966, том 167, №1, с.30-33.
59. МАКАРОВ, В.С. О разбиениях пространства Лобачевского на полуправильные многогранники. В: *Исследования по дискретной геометрии*. Кишинёв: ШТИИЦА, 1974, с.107-120.
60. МАКАРОВ, В.С. Геометрические методы построения дискретных групп пространства Лобачевского. В кн.: *Проблемы геометрии. Т.15. Итоги науки и техники*. Москва: ВИНТИ, 1983, с.3-59.
61. ДАМИАН, Ф.Л., БАЛКАН, В.В. Некомпактные неориентируемые многообразия постоянной отрицательной кривизны, имеющие конечную меру. В: *Исследования по общей алгебре, геометрии и их приложения*. Кишинев: ШТИИЦА, 1986, с.51-56.
62. ГУЦУЛ, И.С., МАКАРОВ, В.С. Неполные трехмерные многообразия с локально Лобачевского метрикой. В: *Математические исследования. Серия Вопросы дискретной геометрии*. Кишинев: ШТИИЦА, 1988, том 103, с.63-76.
63. ДАМИАН, Ф.Л. Дискретные группы без кручения в L^3 , порожденные сдвигами. В: *Математические исследования. Серия Вопросы дискретной геометрии*. Кишинев: ШТИИЦА, 1988, том 103, с.77-82.
64. МАКАРОВ, В.С. Матричные представления фундаментальных групп некоторых трехмерных многообразий постоянной отрицательной кривизны, обладающих конечной мерой. В: *Математические исследования. Серия Вопросы дискретной геометрии*. Кишинев, ШТИИЦА, 1988, том 103, с.122-138.
65. МАКАРОВА, К.П., ДАМИАН, Ф.Л., БАЛКАН, В.В. О группах движений трехмерных локально Лобачевского многообразиях. В: *Математические исследования. Серия Вопросы дискретной геометрии*. Кишинев, ШТИИЦА, 1988, том 103, с.151-163.
66. ДАМИАН, Ф.Л. К построению гиперболических четырехмерных многообразий. В: *Математические исследования. Серия Геометрия дискретных групп*. Кишинев: ШТИИЦА, 1990, том 119, с.79-84.
67. BALCAN, V.V. Regular nonnormal partitions of a Lobachevskij space by noncompact polyhedra. (Russian). În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 1990, nr.3(3), p.74-76.
68. МАКАРОВ, В.С. Об одном неправильном разбиении n-мерного пространства Лобачевского конгруэнтными многогранниками. В: *Труды МИАН СССР*, 1991, №196, с.93-96. Versiunea în engleză: MAKAROV, V.S. On some tiling of the n-dimensional Lobachevskij space with congruent polytopes, Proc. Steklov Inst. Math., 1992, no.196, p.103-106.
69. МАКАРОВ, В.С., БАЛКАН, В.В. О числе близких соседей в правильных разбиениях пространства Лобачевского компактными многогранниками. В: *Известия АН РМ*, 1992, том 1, №7, с.71-77.
70. МАКАРОВ, В.С. Алгоритм формирования цикла Пуанкаре. В: *Известия АН РМ*, 1993, том 2, №2, с.3-16.
71. DAMIAN, F.L. On the group of motions of the four-dimensional hyperbolic space of a 120-hedron. (Russian). În: *Известия АН РМ*, 1993, №2(12), с.87-91.
72. МАКАРОВ, В.С., ДАМИАН, Ф.Л. О трехмерных гиперболических многообразиях с икосаэдрической симметрией. В: *Известия АН РМ*, 1995, № 1(17), с. 82-89.
73. МАКАРОВ, В.С. Проблемы дискретной геометрии. В: *In memoriam N.I. Lobatscevski*, Казань, 1995, том 3, с.347-355.

74. МАКАРОВ, В.С., ДАМИАН, Ф.Л. *Правильные звездные многогранники и трехмерные гиперболические многообразия. Препринт №10.* Ин-т Математики АН РМ. Кишинев, 1997. 18 с.
75. MAKAROV, V.S., DAMIAN, F.L. Star polytopes and hyperbolic three-manifolds. În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 1998, nr.2(27), p.102-108.
76. DAMIAN, F., MAKAROV, V.S. On lens polytopes. In: *International Seminar on Discrete Geometry dedicated to the 75th birthday of Professor A.M.Zamorzaev, Communications.* August, 28-29, 2002, p.32-35.
77. DAMIAN, F. Submanifolds and geometry of hyperbolic n-manifolds ($n = 3, 4, 5$), some new aspects. In: *Kolmogorov and Contemporary Mathematics (in commemoration of the centennial of Andrei Nikolaevich Kolmlgorov)*, June 16-21, 2003, MSU, Moscow, Russia, p.797-798.
78. GUTSUL, I.S. Some hyperbolic manifolds. În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 2004, nr.3(46).
79. ДАМИАН, Ф.Л. Некомпактное гиперболическое 5-многообразие с каспами над аторической эвклидовой пространственной формой. În: *International Conference Dedicated to the 90-th Anniversary of L.S.Pontryagin. Abstracts. Algebra, Geometry and Topology.* Moscow, 1998, p.114-116.
80. МАКАРОВ, В.С., МАКАРОВ, П.В. On the Enumeration of Archimedean Polyhedra in the Lobachevsky Space. In: *Proceedings of the Steklov Institute of Mathematics, Springer Verlag*, 2011, vol.275, p.90-117.
81. MAKAROV, V.S., DAMIAN, F.L., MAKAROV, P.V. Star complex over regular maps. In vol.: *Yroslavl International Conference "Geometry, Topology and Applications"* september 23-27, 2013, p.27-32.
82. GUTSUL, I.S. On a four-dimensional hyperbolic manifold with finite volume. În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 2013, nr.2(72)-3(73), p.80-89.
83. GUTSUL, I.S. On the completion of incomplete non-orientable hiperbolis 3-manifolds. In: *The Third Conference of Mathematical Society of Moldova. Proceedings IMCS-50.* August 19-23, 2014, Chisinau, 2014, p.82-85.
84. DAMIAN F., MAKAROV V., MAKAROV P. Star non-compact and compact hyperbolic lens polytopes. In: *The Third Conference of Mathematical Society of Moldova. Proceedings IMCS-50.* August 19-23, 2014, Chisinau, 2014, p.56-59.
85. GUTSUL, I.S. On octahedral manifolds and their completions. In vol.: *Proceedings CSM4. The Fourth Conference of Mathematical Society of the Republic of Moldova.* June 28-July 2, 2017, Chisinau, 2017, p.205-210.
86. GUTSUL, I.S. On polyhedra in H^3 with right dihedral angles. In: *Proceedings CSM4. The Fourth Conference of Mathematical Society of the Republic of Moldova.* June 28-July 2, 2017, Chisinau, 2017, p.211-214.
87. BALCAN, V. The global benavoir of geodesics on hyperbolic manifolds. In: *Proceedings CSM4. The Fourth Conference of Mathematical Society of the Republic of Moldova.* June 28-July 2, 2017, Chisinau, 2017, p.189-192.
88. DAMIAN, F. Construction of a hyperbolic 5-manifold with cusps. In: *Proceedings IMCS-55The Fifth Conference of Mathematical Society of the Republic of Moldova.* Chișinău, 2019, p.54-56.
89. ЗАМОРЗАЕВА, Е.А. Классификация правильных разбиений плоскости для групп симметрии подобия. В: *Доклады АН СССР*, 1979, т. 247, №2, с.276-279.
90. ЗАМОРЗАЕВА, Е.А. Правильные разбиения Дирихле для двумерных групп симметрии подобия. В: *Доклады АН СССР*, 1981, т.260, №2, с.343-345.
91. ЗАМОРЗАЕВА, Е.А. Правильные разбиения пространства для конических групп симметрии подобия. В: *Сибирский математический журнал*, 1984, т.25, №5, с.42-49.
92. ZAMORZAEVA, E.A. On the kinds of two-dimensional multiregular partitions. (Russian). În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 1992, nr.1(7), p.59-66.
93. ZAMORZAEVA, E., DELGADO, O., HUSON, D. The classification of 2-isohedral tilings of the plane. In: *Geometria Dedicata*, 1992, vol.42, no.1, p.43-117.
94. ZAMORZAEVA, E.A. The problem of determination of multiregular tilings of space. (Russian). În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 1993, nr.3(13), p.3-10.
95. ZAMORZAEVA, E.A. On the structure of partitions of a space into polyhedral bodies. Russian). În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 1994, nr.3(16), p.61-67.
96. ZAMORZAEVA, E. On tile-k-transitive tilings of the space. In: *Geometria Dedicata*, 1996, vol.59, no.2, p.127-135.
97. ZAMORZAEVA, E. On isohedral tilings of hyperbolic manifolds. În: *Analele Științifice ale Universității „Al.I.Cuza” Iași. Matematica*, 1997, vol.43, p.81-88.
98. ZAMORZAEVA, E. Classification of 2-isohedral tilings of a sphere. (Russian). În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 1997, nr.2(25), p.74-85.
99. ЗАМОРЗАЕВА, Е.А. Классификация изоэдрических разбиений римановой поверхности с группой автоморфизмов C_{24}^* . În: *International seminar on discrete geometry dedicated to the 75th birthday of professor A.M.Zamorzaev, Communications.* August 28-29, 2002, Chișinău, 2002, p.113-118.

100. ZAMORZAEVA, E. Enumeration of 2-isohedral tilings on the sphere. In: *Visual mathematics. Art and Science Electronic Journal of ISIS – Symmetry*. 2004, vol.6, no.1. (<http://www.mi.sanu.ac.yu/vismath/zamorzaeva/index.html>)
101. ZAMORZAEVA, E. On the classification of tilings on Riemann surfaces of genus two. În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 2000, nr.2(33).
102. ZAMORZAEVA, E. Non-fundamental 2-isohedral tilings of the sphere. În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 2008, nr.2(33), p.35-45.
103. ZAMORZAEVA, E. Isohedral tilings on Riemann surfaces of genus 2. În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 2012, nr.2(69), p.17-28.
104. ZAMORZAEVA, E. On isohedral tilings by 12-gons for hyperbolic group of genus two. In: *Proceedings IMCS-50. The Third Conference of Mathematical Society of Moldova*. August 19-23, 2014, Chisinau, 2014, p.170-173.
105. ZAMORZAEVA, E. On isohedral tilings for hyperbolic group of genus two by tiles with large number of edges. In: *Proceedings CMSM4 The Fourth Conference of Mathematical Society of the Republic of Moldova*. June 25-July 2, 2017, Chisinau, p.235-238.
106. ZAMORZAEVA, E. Isohedral tilings by 8-, 10- and 12-gons for hyperbolic translation group of genus two. În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 2018, nr.2(87), p.74-84.
107. ZAMORZAEVA, E. Isohedral tilings by 14-, 16- and 18-gons for hyperbolic translation group of genus two. În: *Buletinul Academiei de Științe a Republicii Moldova. Matematica*, 2019, nr.1(89), p.91-102.
108. ZAMORZAEVA, E. On normal 3-isohedral tilings for group series $*nn$, nn , $*22n$ and $n*$. In: *Proceedings IMCS-55. The Fifth Conference of Mathematical Society of the Republic of Moldova*. September 28-October 1, 2019, Chisinau, p.170-173. ISBN 978-9975-68-378-4
109. ZAMORZAEV, A.M., PALISTRANT, A.F. Antisymmetry, its generalizations and geometrical applications. In: *Z. Kristallogr.*, Bd. 151, 1980, no.¾, p.231-248.
110. LUNGU, A. Geometrical aspects of semi-direct products of groups. In: *ROMAI Journal*, 2005, vol.I, no.1, p.97-102 (<http://rj.romai.ro/arhiva/2005/1/RJv1n1-Lungu.pdf>)
111. LUNGU, A. Aspecte geometrice generale ale extensiunilor disociabile ale unui grup finit și tranzitiv de substituții. În: *Analele științifice ale Universității de Stat din Moldova. Seria „Științe fizico-matematice”*. Chișinău: CEP USM, 2006, p.96-101. ISSN 1811-2641
112. LUNGU, A. Aspecte geometrice și algebrice ale aparatului matematic a P^n -simetriei și W_p -simetriei. În: *Studia Universitatis Moldaviae. Seria „Științe exacte și economice”*. Chișinău: CEP USM, no.7(67), 2013, p.3-9.
113. LUNGU, A. Simetria descompunerilor regulate ale spațiului geometric ponderat cu încărcătură „fizică”. *Studia Universitatis. Seria „Științe exacte și economice”*. Chișinău: CEP USM, 2009, nr.7(27), p.5-11.
114. LUNGU, A. The generalized symmetry of the geometrical figures regularly weighted by scalar tasks. In: *Proceedings CMSM4 The Fourth Conference of Mathematical Society of the Republic of Moldova*. June 25-July 2, 2017, Chisinau. p.219-222. ISBN 978-9975-71-915-5 (<http://cmsm4.math.md/proceedings.html>)
115. ГУЦУЛ, И.С. Орбиолды, пополняющие гиперболическую структуру на дополнении к зацеплению Уайтхеда. В: *Материалы XIII Международного семинара „Дискретная математика и ее приложения” имени академика О.Б. Лупанова*. Москва, 2019, с.288-291.
116. ZAMORZAEVA, E.A. Классификация изоэдрических разбиений для гиперболической группы сдвигов рода два. В: *Материалы XIII Международного семинара „Дискретная математика и ее приложения” имени академика О.Б. Лупанова*. Москва, 2019, с.298-300.
117. ДАМИАН, Ф.Л., МАКАРОВ, В.С., МАКАРОВ, П.В. Геометрия линзовых гиперболических 3-многообразий. В: *Материалы XIII Международного семинара „Дискретная математика и ее приложения” имени академика О.Б. Лупанова*. Москва, 2019, с.292-294.
118. ГУЦУЛ, И.С. О 3-многообразиях с прямоугольными фундаментальными многогранниками. В: *Алгебра, теория чисел и дискретная геометрия: современные проблемы, приложения и проблемы истории. Материалы XVI Международной конференции, посвященной 80-летию со дня рождения профессора Мишеля Деца*. Тула 13-18 мая 2019 г., с.251-253.
119. ZAMORZAEV, A., LUNGU, A. Probleme de geometrie sintetică. În: *Anale științifice ale Universității de Stat din Moldova*. Chișinău, 1996, p.9-22.
120. LUNGU, A. Catedra Algebră și Geometrie. În: *Universitatea de Stat din Moldova, vol.II, 1996-2006*. Chișinău: CE USM, 2006, p.447-456.
121. LUNGU, A., PALISTRANT, A. Teoria simetriilor generalizate. În vol.: *Elemente de istorie a matematicii și matematica în Republica Moldova*. / Coordonatori M.Cioban, I.Valuță. Chișinău, 2006, p.306-323.
122. LUNGU, A. Școala științifică de Geometrie discretă și Cristalografie matematică la USM – fondator A. Zamorzaev. În: *Profesorii Universității de Stat din Moldova. Dicționar, anii 1946-2001*. Chișinău: CE USM, 2001, p.350-353.

123. LUNGU, A., PALISTRANT, A., SÎRBU, P. Probleme actuale și realizări științifice în domeniul geometriei discrete și algebrei. În: *Analele științifice ale Universității de Stat din Moldova. Seria „Științe reale”. Lucrări de sinteză, 1996-2006*. Chișinău, 2006, p.151-166”.
124. LUNGU, A. Școala de Geometrie discretă și Cristalografie matematică și profesorul universitar Alexandru Palistrant. În: *Akados* 2/2015, nr.2, p.164-168. (<http://www.akados.asm.md/files/Scoala%20de%20geometrie%20discreta%20si%20cristalografie%20matematica%20si%20prog.%20Alexandru%20Palistrant.pdf>).
125. <https://www.mi.sanu.ac.rs/vismath/zam/index.html>
126. <https://istina.msu.ru/profile/vmak/>
127. <https://istina.msu.ru/workers/5666141/>
128. <https://istina.msu.ru/workers/5670732/> și <https://istina.msu.ru/workers/5665796/>
129. <https://istina.msu.ru/workers/5666038/>

Date despre autori:

Alexandru LUNGU, doctor habilitat, conferențiar universitar, Facultatea de Matematică și Informatică, Universitatea de Stat din Moldova.

E-mail: lungu.al@gmail.com

Florin DAMIAN, doctor, conferențiar universitar, Facultatea de Matematică și Informatică, Universitatea de Stat din Moldova.

Prezentat la 20.07.2020