

ISSN 1810-3022

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНИХ ПРОБЛЕМ МЕХАНІКИ
І МАТЕМАТИКИ ІМ. Я. С. ПІДСТРИГАЧА

ПРИКЛАДНІ ПРОБЛЕМИ МЕХАНІКИ І МАТЕМАТИКИ

Науковий збірник

Випуск 18



2020

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Головний редактор

Р. М. Кушнір

Заст. головного редактора

О. Р. Гачкевич

В. О. Пелих

Відповідальний секретар

Б. З. Шаваровський

М.І. Андрійчук

М. М. Войтович

В. В. Гафійчук

І. М. Дмитрах

Б. В. Забавський

А. В. Загороднюк

В. С. Ільків

Г. С. Кіт

О. В. Лопушанський

П. С. Малачівський

Р. М. Мартиняк

М. В. Марчук

І. В. Микитюк

В. В. Михаськів

В. О. Міщенко

М. М. Николишин

В. М. Петричкович

Я. Д. П'янило

П. О. Савенко

М.М. Симотюк

В. Р. Скальський

Г. Т. Сулим

В. Ф. Чекурін

М. М. Шеремета

Адреса редакції: Інститут прикладних проблем
механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача НАН України
вул. Наукова, 3-б
79060, Львів

Тел.: (032) 258-96-23
E-mail: ppmm@iapmm.lviv.ua

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я. С. Підстригача

**Прикладні проблеми
механіки і математики**

Науковий збірник

2020 – Випуск 18

Ухвалено до друку вченою радою Інституту прикладних проблем
механіки і математики ім. Я. С. Підстригача НАН України
29 грудня 2020 р.

Редактор *Д. С. Бриняк*
Комп'ютерна верстка та оформлення *Р. Р. Кокот*

Підписано до друку 29.12.2020. Формат 70 × 108/16. Гарнітура Journal.
Папір друк. № 1. Друк офсет. Ум. друк. арк. 13,83. Обл.-вид. арк. 13.64.
Зам. № Тираж 100.

Інститут прикладних проблем механіки і математики ім. Я. С. Підстригача
НАН України, **79060, Львів, вул. Наукова, 3-б**

тел.: 380 (32) 258-96-23 **факс:** 380 (32) 263-62-70
E-mail: ppmm@iapmm.lviv.ua **http:** www.iapmm.lviv.ua

Реєстраційне свідоцтво: **серія КВ № 6946 від 06.02.03**

Видруковано у Дослідно-видавничому центрі НТШ
79008, Львів, вул. Винниченка, 26

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ ПРИКЛАДНИХ ПРОБЛЕМ
МЕХАНІКИ І МАТЕМАТИКИ
ІМ. Я.С. ПІДСТРИГАЧА

**ПРИКЛАДНІ
ПРОБЛЕМИ
МЕХАНІКИ І
МАТЕМАТИКИ**

НАУКОВИЙ ЗБІРНИК

ЗАСНОВАНО В 2003 р.

Випуск 18

Їльвів 2020

З М І С Т

Петричкович В. М., Зеліско Г. В., Ладзоришин Н. Б. Стандартна форма матриць над кільцем цілих гаусових чисел відносно (z, k) -еквівалентності	5
Bondarenko V. M., Stepochkina M. V., Stoika M. V. The coefficients of transitivity of the posets of MM-type being the smallest supercritical poset of width 3	11
Лозинська В. Я., Шарин С. В. Задача Коші в просторі поліноміальних ω -ультрарозподілів	14
Антонова Т. М., Возна С. М. Про збіжність одного класу двовимірних відповідних гіллястих ланцюгових дробів	25
Івасик Г. В., Черемних Є. В. Транспортний оператор у просторі вектор-функцій	34
Зубарук О. В. Про алгебру Ауслендера однієї комутативної напівгрупи скінченного зображувального типу	43
Lutsenko A. V. Classification of group isotopes according to their inverse properties	48
Koval' T. L. On the rate of convergence to normality of estimates of regression coefficient for associated random fields	62
Зубаль Б. А., Козій І. Я., Костельна О. В., Шинкаренко Г. А. Числовий аналіз вільних коливань оболонок, податливих до трансверсальних зсуву та стиснення	67
Николишин М. М., Николишин Т. М. Вплив об'ємності напруженого стану на граничну рівновагу пружно-пластичної пластини з регулярною системою внутрішніх тріщин	74
Токовий Ю. В., Бойко Д. С. Інтегральні рівняння тривимірної задачі теорії пружності для однорідного трансверсально ізотропного півпростору	83
Процюк Б. В. Спосіб розв'язання нелінійних нестационарних задач теплопровідності для півпростору	93
Крайнічук Г. В. Про звідність функційних рівнянь функційної довжини 6	102

Репетило С. М., Симолюк М. М. Задача типу Діріхле–Неймана для лінійної системи гіперболічних рівнянь, однорідних за порядком диференціювання	111
Кузь А. М. Аналог інтегральної задачі для рівнянь зі частинними похідними над полем p -адичних чисел	121
Марчук М. В., Сіренко В. М., Дробенко Б. Д. Методологія визначення руйнівних навантажень на великогабаритні тонкостінні конструкції з урахуванням результатів неруйнівних випробувань	133
Пакош В. С., Харченко В. М., Хом'як М. М., Лесик О. Ф. Вплив податливості до трансверсального стиснення на деформативність шарнірно закріпленої пластини-смуги	139
Кунець Я. І., Матус В. В., Міщенко В. О., Пороховський В. В. Поширення згинних хвиль у тонкій пластині із ансамблем випадково розташованих отворів неканонічної форми	144
Sokhatsky F. M., Tarasevych A. V. On ternary quasigroup quadratic identities of the small length	150
Піскозуб Й. З. Врахування часткового відшарування пружного міжфазного тонкого включення в умовах поздовжнього зсуву біматеріалу	162

NATIONAL ACADEMY
OF SCIENCES OF UKRAINE

PIDSTRYHACH INSTITUTE
OF APPLIED PROBLEMS OF
MECHANICS AND MATHEMATICS

**APPLIED
PROBLEMS OF
MECHANICS AND
MATHEMATICS**

SCIENTIFIC PROCEEDINGS

FOUNDED IN 2003

Issue 18

Л'viv 2020

CONTENTS

Petrychkovych V. M., Zelisko H. V., Ladzoryshyn N. B. The standard form of matrices over the ring of Gaussian integers with respect to (z, k) -equivalence	5
Bondarenko V. M., Stepochkina M. V., Stoika M. V. The coefficients of transitivity of the posets of MM -type being the smallest supercritical poset of width 3	11
Lozynska V. Ya., Sharyn S. V. Cauchy problem in the space of polynomial ω -ultradistributions	14
Antonova T. M., Vozna S. M. On convergence of one class of corresponding two-dimensional branched continued fractions	25
Ivasyk H. V., Cheremnykh E. V. Transport operator in the space of vector functions	34
Zubaruk O. V. On the Auslander algebra of one commutative semigroup of finite representation type	43
Lutsenko A. V. Classification of group isotopes according to their inverse properties	48
Koval' T. L. On the rate of convergence to normality of estimates of regression coefficient for associated random fields	62
Zubal' B. A., Kozii I. Ya., Kostelna O. V., Shynkarenko H. A. Numerical analysis of free vibrations of shells amenable to transversal shear and compression	67
Nykolyshyn M. M., Nykolyshyn T. M. Influence of stress state volume on limit equilibrium of elasto-plastic plate with regular system of internal cracks	74
Tokovyy Yu. V., Boiko D. S. Integral equations of a three-dimensional elasticity problem for a homogeneous transversely isotropic half-space	83
Protsiuk B. V. Method of solving nonlinear nonstationary thermal conductivity problems for half-space	93
Krainichuk H. V. On the reducibility of functional equations of functional length 6	102

Repetylo S. M., Symotiuk M. M. Dirichlet–Neumann type problem for a linear system of hyperbolic equations homogeneous in the order of differentiation	111
Kuz’ A. M. Analogue of the integral problem for the partial differential equation over p -adic number field	121
Marchuk M. V., Sirenko V. M., Drobenko B. D. Methodology for determination of destructive loads on large-scale thin-walled structures taking into account the results of non-destructive tests	133
Pakosh V. S., Kharchenko V. M., Khomyak M. M., Lesyk O. F. The influence of pliability to transversal compression on the deformability of a hinged plate-strip	139
Kunets’ Ya. I., Matus V. V., Mishchenko V. O., Porokhovs'kyi V. V. Propagation of bending waves in a thin plate with an ensemble of randomly located holes of non-canonical form	144
Sokhatsky F. M., Tarasevych A. V. On ternary quasigroup quadratic identities of the small length	150
Piskozub Yo. Z. Taking into account the partial delamination of the interfacial thin inclusion in the conditions of longitudinal shear of the bimaterial	162

THE COEFFICIENTS OF TRANSITIVENESS OF THE POSETS OF MM-TYPE BEING THE SMALLEST SUPERCRITICAL POSET OF WIDTH 3

We calculate the coefficients of transitiveness for all posets of MM-type being the smallest supercritical poset of width 3 (i.e. posets, that are minimax equivalent to the poset (2, 2, 3)).

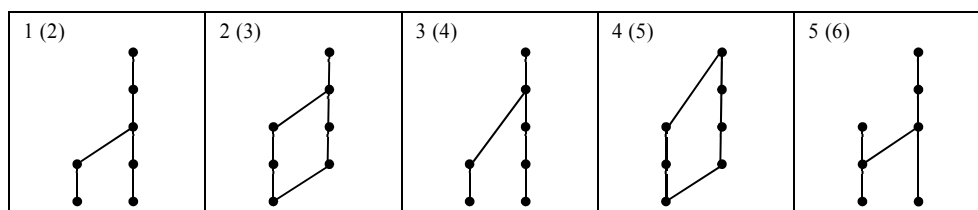
Ключові слова: supercritical poset, minimax equivalence, coefficient of transitiveness, MM-type, nodal element, dense subposet.

Introduction. M. M. Kleiner [9] proved that a poset S is of finite representation type if and only if it does not contain subsets of the form $K_1 = (1;1;1;1)$; $K_2 = (2;2;2)$; $K_3 = (1;3;3)$; $K_4 = (1;2;5)$; and $K_5 = (N;4)$, which are called critical posets; now they are called the Kleiner's posets. On the other hand, Yu. A. Drozd [8] showed that a poset has finite representational type if and only if its Tits quadratic form is weakly positive (i.e., it is positive on the set of non-negative vectors). Consequently, the Kleiner's posets are also critical with respect to weak positiveness of the Tits form, and there are no other such posets. In [2] the first two authors proved that a poset is P -critical (i.e. critical with respect to the positiveness of the Tits form) if and only if it is minimax equivalent to a Kleiner's poset.

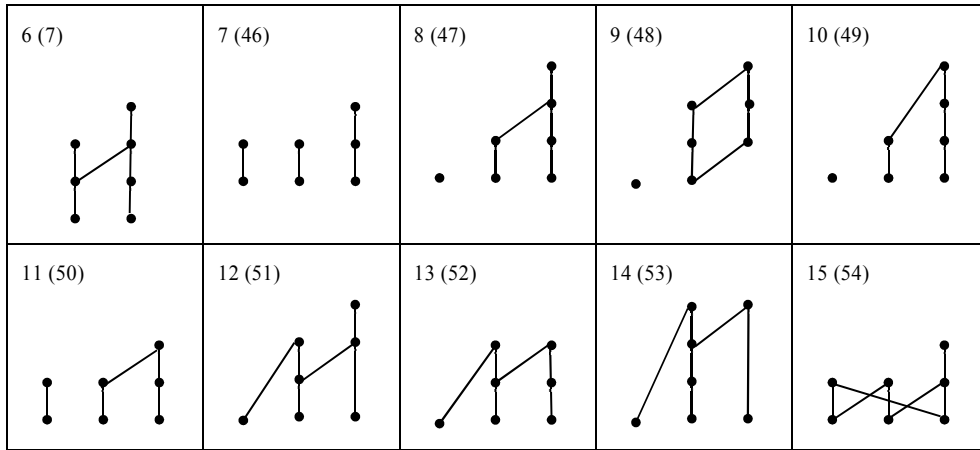
A similar situation takes place for tame posets. L. A. Nazarova [10] proved that a poset S is tame if and only if it does not contain subsets of the form $N_1 = (1; 1; 1; 1; 1)$, $N_2 = (1; 1; 1; 2)$, $N_3 = (2;2;3)$, $N_4 = (1; 3; 4)$, $N_5 = (1; 2; 6)$, and $N_6 = (N; 5)$; these conditions are equivalent to weak non-negativity of the quadratic Tits form. She called these posets supercritical. So the supercritical posets are critical with respect to weak non-negativity of the Tits form and there are no other such posets. The first two authors proved that a poset is critical with respect to non-negativity of the Tits form if and only if it is minimax equivalent to a supercritical poset; all such critical posets were described by them in [3].

In many papers (see e.g. [4–7]) combinatorial properties were studied for various classes of posers. The present paper is devoted to the investigation of combinatorial properties of supercritical posets.

1. The list of posets of MM-type (2; 2; 3). Let P be a fix poset. A poset S is called of MM-type P if S is minimax (in other words, (min, max)-) equivalent to P (the notion of (min, max)-equivalence was introduced in [1]; see also [2]). From the results of [3] it follows that the table below contains all posets (up to isomorphism and duality) of MM-type (2; 2; 3), which is the smallest (in the sense of order) supercritical poset of width 3.



✉ vitalij.bond@gmail.com



2. Main result. Let S be a finite poset and $S_{<}^2 := \{(x, y) \mid x, y \in S, x < y\}$. If $(x, y) \in S_{<}^2$ and there is no z satisfying $x < z < y$, then one says that x and y are *neighboring*. Put $n_w = n_w(S) := |S_{<}^2|$ and denote by $n_e = n_e(S)$ the number of pairs of neighboring elements. On the language of the Hasse diagram $H(S)$ (that represents S in the plane), n_e is equal to the number of all its edges and n_w to the number of all its paths, up to parallelity, going bottom-up (two path is called parallel if they start and terminate at the same vertices). The ratio $k_t = k_t(S)$ of the numbers $n_w - n_e$ and n_w we call *the coefficient of transitivity of S* . If $n_w = 0$ (then $n_e = 0$), we assume $k_t = 0$ (see [5]). Obviously, dual poset have the same coefficient of transitivity.

The aim of this paper is to calculate k_t for all posets of *MM*-type $N_3 = (2, 2, 3) = \{1, 2, \dots, 7 \mid 1 < 2, 3 < 4, 5 < 6 < 7\}$, which is the smallest super-critical one of width 3.

We write all the coefficients of transitivity k_t up to the second decimal place.

Theorem. The following holds for posets of *MM*-type 1–15:

N	n_e	n_w	k_t	N	n_e	n_w	k_t	N	n_e	n_w	k_t
1	6	17	0,65	6	6	13	0,54	11	5	7	0,29
2	7	17	0,59	7	4	5	0,20	12	6	11	0,45
3	6	15	0,60	8	5	11	0,55	13	6	9	0,33
4	7	15	0,53	9	6	11	0,45	14	6	11	0,45
5	6	15	0,60	10	5	9	0,44	15	7	9	0,22

The proof is carried out by direct calculations.

Recall that an element of a poset T is called nodal, if it is comparable with all elements of T . A subset X of T is said to be dense if there is not $x_1, x_2 \in X, y \in T \setminus X$ such that $x_1 < y < x_2$.

Corollary.

a) The poset N_3 is the only poset of *MM*-type N_3 with the smallest coefficient of transitivity.

b) A poset of *MM*-type N_3 has the largest coefficient of transitivity if and only if it contains a dense subset with three nodal element.

1. Bondarenko, V. M. On (min, max)-equivalence of posets and applications to the Tits forms // *Visn. Kyiv Univ., Ser. Fiz. Mat.* – 2005. – No. 1. – P. 24–25.
2. Bondarenko V. M., Styopochkina M. V. (Min, max)-equivalence of partially ordered sets and the Tits quadratic form // *Zb. Pr. Inst. Mat. NAN Ukr. / Problems of Analysis and Algebra /* – Kyiv: Inst. of Math. of NAN of Ukraine, 2005. – 2, No. 3. – P. 18–58 (in Russian).
3. Bondarenko V. M., Styopochkina M. V. Description of posets critical with respect to the nonnegativity of the quadratic Tits form // *Ukrainian Math. J.* – 2009. – 61, No. 5. – P. 734–746, <https://doi.org/10.1007/s11253-009-0245-6>
4. Bondarenko V. M., Styopochkina M. V. On properties of the Hasse diagram of nonserial posets with positive quadratic Tits form // *Nauk. Visn. Uzhgorod. Univ., Ser. Mat. Inf.* – 2016. – 29, No. 2. – P. 31–34.
5. Bondarenko V. M., Styopochkina M. V. Coefficients of transitiveness of P -critical posets // *Analysis and application, Inst. of Math. of NAN Ukraine.* – 2017. – 14, No. 1. – P. 46–51.
6. Bondarenko V. M., Styopochkina M. V. Combinatorial properties of P -posets of width 2 // *Applied problems of mechanics and mathematics.* – 2017. – 15 – P. 21–23.
7. Bondarenko V. M., Styopochkina M. V. On properties of posets of MM-type (1,3,5) // *Nauk. Visn. Uzhgorod. Univ., Ser. Mat. Inf.* – 2018. – 32, No. 1. – P. 50–53.
8. Drozd Yu. A. Coxeter transformations and representations of partially ordered sets // *Funkts. Anal. Prilozhen.* – 1974. – 8, No. 3. – P. 34–42 (in Russian).
English translation: *Funct. Anal. Appl.*, 8, No. 3, 219–225 (1974), <https://doi.org/10.1007/BF01075695>
9. Kleiner M. M. Partially ordered sets of finite type // *Zap. Nauch. Semin. LOMI.* – 1972. – 28. – P. 32–41 (in Russian).
English translation: *J. Sov. Math.*, 3, No. 5, 607–615 (1975), <https://doi.org/10.1007/BF01084663>
10. Nazarova L. A. Partially ordered sets of in-nite type // *Izv. Akad. Nauk SSSR Ser. Mat.* – 1975. – 39, No. 5. – P. 963–991 (in Russian).

КОЕФІЦІЄНТИ ТРАНЗИТИВНОСТІ Ч. В. МНОЖИН MM-ТИПУ, ЩО Є НАЙМЕНШОЮ СУПЕРКРИТИЧНОЮ Ч. В. МНОЖИНОЮ ШИРИНИ 3

Обчислено коефіцієнти транзитивності для всіх ч. в. множин MM-типу, що дорівнює найменшій суперкритичній ч. в. множині ширини 3 (тобто ч. в. множин, які є мінімаксно еквівалентними ч. в. множині (2, 2, 3)).

Ключові слова: суперкритична частково впорядкована множина, мінімаксна еквівалентність, коефіцієнт транзитивності, MM-тип, вузловий елемент, цільна частково впорядкована множина.

¹ Inst. of Math. of NAN of Ukraine, Kyiv

² Polissia National Univ., Zhytomyr

³ Ferenc Rakoczi II. Transcarpathian Hungarian Inst., Beregszasz

Received

01.10.20