

УДК 159.922:928.23

DOI <https://doi.org/10.32689/maup.psych.2021.4.5>**Ганна КОЛІНЕЦЬ**

кандидат психологічних наук, доцент, доцент кафедри педагогіки та психології,  
Приватна установа «Заклад вищої освіти  
«Міжнародний гуманітарно-педагогічний інститут «Бейт-Хана»,  
пл. Успенська, 5Д, м. Дніпро, Україна, 49000  
ORCID: 0000-0002-9818-5423

**Hanna KOLINETS**

PhD in Psychology, Associate Professor, Associate Professor at the Department of Pedagogy  
and Psychology, Private institution "Higher educational establishment  
"International humanitarian and pedagogic institute "Beit-Chana",  
5D Uspenska Square, Dnipro, Ukraine, 49000  
ORCID: 0000-0002-9818-5423

**ХАРАКТЕР ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ СТРУКТУРНИХ КОМПОНЕНТІВ  
МАТЕМАТИЧНИХ ДОСЛІДНИЦЬКИХ ЗДІБНОСТЕЙ ШКОЛЯРІВ:  
ПСИХОЛОГІЧНИЙ АСПЕКТ****THE RELATIONSHIP'S NATURE OF STRUCTURAL COMPONENTS  
OF STUDENTS' MATHEMATICAL RESEARCH ABILITIES:  
THE PSYCHOLOGICAL ASPECT**

*У статті розглянуто проблему встановлення характеру взаємозв'язків показників структурних компонентів математичних дослідницьких здібностей. Вказано на актуальність даної проблеми. Суттєві перетворення суспільного життя України сприяють змінам у системі освіти щодо формування особистості майбутніх високоінтелектуальних фахівців, здатних творчо мислити, самостійно навчатись та вільно орієнтуватись в інформаційному просторі.*

*Математика є явищем загальнолюдської культури, однією з найважливіших галузей знань сучасної людини. Доведено, що формування математичної грамотності школярів, уміння застосовувати математичні методи для вирішення прикладних завдань у різних сферах позначаються на становленні творчої особистості.*

***Мета статті** – виявлення психологічних особливостей характеру взаємозв'язків між показниками структурних компонентів математичних дослідницьких здібностей у цілісній системі дослідницької діяльності школярів.*

*Розкрито теоретичні підходи до поняття математичних дослідницьких здібностей, їх структурних компонентів.*

*Проаналізовано основні результати досліджень у вітчизняній та зарубіжній психології з питань вивчення проблеми формування математичних дослідницьких здібностей, які є підструктурою загальної математичної наукової спрямованості особистості на науковий пошук, відкриття закономірностей, вміння знаходити нові, нестандартні спроби розв'язання задач.*

*Розкрито доцільність застосування факторного аналізу з метою визначення основних факторів між компонентами математичних дослідницьких здібностей. Факторизація матриці інтеркореляцій здійснювалася на основі мультифакторної моделі Терстоуна за центроїдним методом, що дозволило встановити значимість певних структурних компонентів у виділених факторах та психологічні особливості характеру взаємозв'язків між показниками у цілісній системі дослідницької діяльності школярів як контрольної, так і експериментальної груп. З'ясовано провідні фактори рівнів прояву показників математичних дослідницьких здібностей старшокласників.*

***Висновки.** Доведено, що спеціально організована робота з удосконалення мисленнєвих операцій, розумових дій у школярів сприятливо впливає на формування математичних дослідницьких здібностей та на розвиток творчих здібностей загалом. Встановлено, що у структурі математичних дослідницьких здібностей старшокласників провідне місце займає мотиваційно-особистісний компонент, який у поєднанні з високою працездатністю позитивно впливає на розвиток інтелектуального.*

***Ключові слова:** математичні здібності, мотивація досягнень, інтелект, швидкість мислення.*

*The article considers the problem of establishing the nature of the relationship between the indicators of the structural components of mathematical research abilities. It is indicated the urgency of this problem. Significant transformations of the public life of Ukraine contribute to changes in the education system regarding the formation*

of the personality of future highly intelligent specialists who can think creatively, learn independently and navigate freely in the information space.

Mathematics is a phenomenon of universal culture, one of the most important branches of knowledge of modern man. It is proved that the formation of mathematical literacy of students, the ability to apply mathematical methods to solve applied problems in various fields affect the formation of a creative personality.

**The purpose of the article** is to identify the psychological features of the nature of the relationship between the indicators of the structural components of mathematical research abilities in a holistic system of research activities of students.

Theoretical approaches to the concept of mathematical research abilities, their structural components are revealed.

The main results of research in domestic and foreign psychology on the study of the formation of mathematical research abilities, which are the substructure of the general mathematical scientific orientation of the individual to scientific research, the discovery of patterns, ability to find new, non-standard attempts to solve problems.

The expediency of using factor analysis to determine the main factors between the components of mathematical research abilities is revealed. Factorization of the intercorrelation matrix was carried out based on Thurston's multifactor model by the centroid method, which allowed to establish the importance of certain structural components in selected factors and psychological features of the relationship between indicators in the whole system of research activities of both control and experimental groups. The leading factors of levels of manifestation of indicators of mathematical research abilities of senior pupils are found out.

**Conclusions.** It is proved that specially organized work on the improvement of mental operations, mental actions in students has a positive effect on the formation of mathematical research skills and the development of creative abilities in general. It is established that in the structure of mathematical research abilities of high school students the leading place is occupied by the motivational-personal component, which in combination with high efficiency has a positive effect on the development of intellectual.

**Key words:** mathematical abilities, motivation of achievements, intelligence, speed of thinking.

**Актуальність дослідження.** Суттєві перетворення суспільного життя України сприяють змінам у системі освіти щодо формування особистості майбутніх високоінтелектуальних фахівців, здатних творчо мислити, самостійно навчатись та вільно орієнтуватись в інформаційному просторі. Математика є явищем загальнолюдської культури, однією з найважливіших галузей знань сучасної людини. Повсюдне широке використання техніки, зокрема й комп'ютерної, вимагає певного мінімуму математичних знань та уявлень. Нездарма провідною галуззю міжнародного дослідження якості освіти PISA-2022 визначено математику, що, зокрема, через діджиталізацію зазнає істотних змін у різних сферах життя. Саме тому формування математичної грамотності школярів, уміння застосовувати математичні методи для вирішення прикладних завдань у різних сферах життя є важливими. Все це дає підстави стверджувати, що розробка, удосконалення концептуального апарату і методів вивчення проблеми математичних дослідницьких здібностей та психологічних особливостей характеру взаємозв'язків між показниками їх структурних компонентів у цілісній системі дослідницької діяльності школярів є актуальною.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Здійснюючи науковий пошук з обраної проблеми, ми враховували результати досліджень з питань психології формування математичних здібностей (В.А. Крутецький, Ж. Адамар, та ін.), психології творчої діяльності (Я.А. Пономарьов, В.А. Роменець), психологічних передумов формування твор-

чої наукової діяльності (Я.А. Пономарьов, В.О. Моляко), психологічних особливостей дослідницьких здібностей (В.А. Крутецький, О.М. Матюшкін, Б.М. Теплов).

Залучення школярів до процесу вивчення математики – це насамперед залучення до культурних цінностей, і, отже, її роль у розвитку особистості є надзвичайно важливою. Заслужують на увагу дослідження проблеми психологічних особливостей розв'язування старшокласниками евристичних задач (Т.М. Третьак) [9], особливостей формування і розвитку інтелектуальних здібностей (В.О. Моляко, Н.М. Заболотна) [5; 2], психолого-педагогічних особливостей форм та методів навчання школярів, формування математичних компетентностей (О.Я. Радченко, С.Т. Вихор, М.Кулик) [6; 4].

Становлення особистості принципово пов'язане з її творчим потенціалом та його неодмінною реалізацією у конкретній діяльності, як слушно зазначає В.О. Моляко [5, с. 4]. Окрім того, самоствердження та благополуччя даної особистості багато в чому залежить від адекватності її поведінки у суспільстві, від її підготовленості до існування в соціумі, від компетентностей, здібностей, готовності творчо проявляти їх у діяльності. Важливими є розробки українських науковців у сфері підготовки старшокласників до побудови кар'єри [1]. Схвалюємо положення щодо зв'язку здібностей з діяльністю, на що вказує низка науковців: В.О. Моляко., Н.М. Заболотна, Й. Керрол, М. Гуз та ін. [5; 2; 10; 11]. Зокрема, Н.М. Заболотна підкреслює, що оскільки здібності формуються

та розвиваються в діяльності, необхідно засвоєння суспільного досвіду в процесі навчання, виховання тощо [2]. Це стосується і формування математичних дослідницьких здібностей, їх структурних компонентів, організації спеціально організованого навчання щодо впливу на розвиток виокремлених компонентів. Дане питання потребує більш ґрунтовних досліджень. Залишаються невирішеними питання щодо психологічних особливостей взаємозв'язків між характеристиками компонентів структури дослідницьких здібностей у цілісній системі дослідницької діяльності школярів.

**Формулювання мети статті** (постановка завдання). **Мета** статті – виявлення психологічних особливостей характеру взаємозв'язків між показниками структурних компонентів математичних дослідницьких здібностей у цілісній системі дослідницької діяльності школярів.

**Виклад основного матеріалу.** У структурі математичних дослідницьких здібностей, які є підструктурою загальної математичної наукової спрямованості особистості на науковий пошук, відкриття закономірностей, вміння знаходити нові, нестандартні спроби розв'язання задач, основними психологічними компонентами є дивергентний спосіб мислення, креативна спрямованість особистості, досить високий рівень інтелекту та емоційно-вольова забезпеченість математико-дослідницької діяльності індивіда. З метою виявлення способу та характеру їх взаємозв'язку в цілісній системі дослідницької діяльності школярів обробку отриманих даних дослідження здійснено за допомогою факторного аналізу [7; 8, 12], суть якого полягає у виділенні співпадаючих факторів при кореляції результатів дослідження різноманітними тестами, завдяки чому виявляються взаємозв'язки і співвідношення між показниками різних тестів. Як нами попередньо зазначалось [3], на думку багатьох дослідників (С. Берт, Ф. Вернон, М. Баракат), це дає можливість визначити психологічні властивості та якості, що беруть участь у виконанні певної діяльності.

Порівняння відповідних коефіцієнтів кореляції у старшокласників експериментальних і контрольних класів, одержаних при проведенні другого зрізу дослідження, показує існування в експериментальних класах міцніших взаємозв'язків між мотивацією досягнень та формалізованим сприйманням структури задач. Зменшилась кількість школярів з протилежними тенденціями у рівнях становлення здатності вказувати на комплекс відно-

шень між математичними величинами, відмічати недостатні та зайві дані в умові задачі. Ми вважаємо, що саме спеціально організована робота з формування мисленнєвих операцій, розумових дій у школярів і дає пояснення даному явищу, чого не спостерігалось при звичайних умовах навчання.

Особливо ефективним проведене навчання стало для учнів із середньою успішністю. У ході занять в них значно вдосконалився рівень аналітико-синтетичної діяльності, що полегшило перехід від конкретного до абстрактного і навпаки; підвищились рівні гнучкості, оригінальності мислення. Спеціально спрямована робота допомагала виробленню таких прийомів, які формували самостійність думки та індивідуальний стиль у розв'язанні задач. При цьому запропоновані принципи розв'язання математичних задач, вдосконалюючись, ставали у школярів інструментом розвитку математичних дослідницьких здібностей.

Таким чином, загальна тенденція зміцнення взаємозв'язків упродовж періоду навчання старшокласників між I та II зрізами у контрольній групі виявляється в найбільшій мірі між швидкістю перебігу мисленнєвої діяльності та мотивацією досягнень, загальними творчими здібностями та сприйманням формалізованої структури задач, мотивацією досягнень та інтелектом. В експериментальних класах така тенденція спостерігається між швидкістю перебігу мисленнєвої діяльності та загальними творчими здібностями і мотивацією досягнень, між мотивацією потреби в досягненнях та сприйманням формалізованої структури задач. Це свідчить про значну ефективність експериментального навчання для успішного формування математичних дослідницьких здібностей у старшокласників.

Розглянемо вплив зміни взаємозв'язків між окремими показниками системи дослідницьких здібностей на усю структуру. З метою визначення кожного з параметрів математичних дослідницьких здібностей у вибраній системі одержані матриці інтеркореляцій було оброблено методами факторного аналізу [7;8]. Факторизація здійснювалася на основі мультифакторної моделі Терстоуна за центроїдним методом. Для більш достовірної інтерпретації виділених факторів проводилася ротація координатних осей у відповідності з принципом «прості структури». Крім того, виходячи з основних положень факторного аналізу, ми вважаємо, що простота латентної структури визначається простотою факторного змісту окремих змінних, тобто,

домінуванням якоїсь однієї факторної ваги, і навпаки – мірою даного фактора є лише деякі змінні із розглянутої системи. Одержані результати подаються в таблицях 1, 2.

Таблиця 1

**Матриця факторних ваг системи математичних дослідницьких здібностей після ротації виділених факторів (I зріз)**

Показники системи	Фактори		
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_3$
$Z_1$	0,187	0,375	0,655
$Z_2$	0,472	0,619	0,269
$Z_3$	0,585	0,130	0,471
$Z_4$	0,208	0,698	0,240
$Z_5$	-0,010	0,440	0,622

Таблиця 2

**Матриця факторних ваг системи математичних дослідницьких здібностей після ротації виділених факторів (II зріз)**

Показники системи	Контрольна група		Експериментальна група	
	Фактори			
	$\Phi_1$	$\Phi_2$	$\Phi_1$	$\Phi_2$
$Z_1$	0,478	0,638	0,116	0,878
$Z_2$	0,221	0,739	0,011	0,873
$Z_3$	0,718	0,551	0,559	0,650
$Z_4$	0,437	0,568	0,495	0,452
$Z_5$	0,009	0,696	0,133	0,588

Умовні позначення:  $Z_1$  – швидкість перебігу мисленнєвої діяльності;  $Z_2$  – загальні творчі здібності;  $Z_3$  – мотивація досягнень;  $Z_4$  – інтелект;  $Z_5$  – формалізоване сприймання структури задачі.

Факторизація матриці інтеркореляцій між компонентами дослідницьких здібностей старшокласників на початку експерименту дозволила виділити три фактори. Ротація координатних осей більш наочно показала, що зміст першого фактора, в основному, визначається однією змінною – мотивацією досягнень. Отже, на початку експерименту у старшокласників провідну роль відіграє мотиваційна сторона розвитку математичних дослідницьких здібностей, основу якої складають розвинені пізнавальні потреби і стійкий пізнавальний інтерес до математики, який стимулює в учнів ініціативність і самостійність у пошуку нових підходів при розв'язанні задач. У структурі другого фактора провідну роль відіграє інтелект (факторна вага 0,698). Основою третього фактора є швидкість перебігу мисленнєвої діяльності (факторна вага 0,655); порівняно високу факторну вагу має формалізоване сприймання структури задач (0,622).

Оскільки розв'язання дослідницьких математичних та мисленнєвих задач вимагають

успішної аналітико-синтетичної діяльності, прояву гнучкості, оригінальності мислення старшокласників, ми вважаємо їх єдність суттю третього фактора. Вони вказують на провідну роль діяльності старшокласників тієї сторони математичних дослідницьких здібностей, яка відображає при розв'язуванні математичних задач застосування різних способів встановлення відношень між даними в умові задачі.

Факторизація матриці інтеркореляції між компонентами математичних дослідницьких здібностей в учнів контрольної групи дозволила виділити два фактори. Після ротації координат осей в структурі першого фактора найбільшу вагу одержала мотивація досягнень (0,718). У структурі другого фактора провідну роль відіграють загальні творчі здібності (0,739) та формалізоване сприймання структури задач (0,696).

Це свідчить про те, що в ході шкільного навчання старшокласники краще оволодівають мисленнєвими операціями, умінням використовувати їх при розв'язуванні математичних і мисленнєвих задач, переносячи у нові умови.

Отже, в контрольній групі у процесі звичайного навчання майже не змінились провідні фактори. Дещо відмінною є структура факторів, виділених з матриці інтеркореляцій, одержаної в експериментальній групі. Як видно з таблиці 2, до складу першого фактора з найбільшою вагою входить мотивація досягнень (0,559). Все це вказує на те, що старшокласники успішно використовують вдосконалені й розвинені у процесі спеціально організованого навчання мисленнєві операції для занять улюбленою справою, удосконалюючи її елементи: вірять у свої сили, у правильний розрахунок, проявляють наполегливість в досягненні мети; любов до цікавої і творчої праці в них переростає у постійну готовність до напруженої праці над вибраною проблемою, при цьому помітно зростає роль вольового компоненту при досить чітко вираженому мотиваційному.

Розвиток інтелекту старшокласників, набутий досвід дослідницької роботи призводить до появи інтуїції, яка все частіше проявляється в їх творчій діяльності. Стає зрозумілим та провідна роль, яку відіграють у структурі другого фактора загальні творчі здібності (0,873) та швидкість перебігу мисленнєвої діяльності (0,878).

У порівнянні з ними інші компоненти системи входять до складу цього фактора з меншою факторною вагою. Ми вважаємо, що єдність цих двох компонентів визначає його основний

зміст, що підтверджує доцільність вважати математичні дослідницькі здібності складовою частиною математичної наукової творчості та показує, що становлення дослідницьких здібностей старшокласників у процесі вивчення математики значною мірою позитивно впливає на розвиток творчих здібностей загалом.

**Висновки.** Факторизація матриць інтеркореляцій дала змогу виділити провідні фактори рівнів прояву показників математичних дослідницьких здібностей старшокласників. До складу першого фактора з найбільшою вагою входить мотивація досягнень. У структурі другого фактора провідне місце займають загальні творчі здібності та швидкість перебігу мисленнєвої діяльності.

Таким чином, встановлено, що у структурі математичних дослідницьких здібностей старшокласників провідне місце займає мотиваційно-особистісний компонент, який у поєднанні з високою працездатністю позитивно впливає на розвиток інтелектуального.

Матеріали здійсненого дослідження не вичерпують усіх питань, що стосуються вивчення взаємозв'язку структурних компонентів математичних дослідницьких здібностей старшокласників у цілісній системі дослідницької діяльності. Перспективи подальших розвідок у даному напрямку спрямовуватимуться на дослідження даної проблеми у різних вікових категоріях школярів.

### Література:

1. Вороніна Г., Гуцан Л. Проблеми професійної орієнтації старшокласників: англійський досвід та українські реалії. Педагогічні науки; теорія, історія, інноваційні технології. 2019, С. 24–35.
2. Заболотна Н.М. Інтелектуальні здібності як потенціал і ресурс людини. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія «Психологія»*. 2021. Вип. 1. С. 12–16.
3. Колінець Г.Г. Психологічні особливості взаємозв'язку структурних компонентів математичних дослідницьких здібностей школярів. *Вчені записки ТНУ ім. В.І. Вернадського. Серія: Психологія*. 2021. Том 32(71). № 3. С. 124–128.
4. Кулик М. Підходи до формування Нової української школи. 2018. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/11211/1/Kulyk.pdf>.
5. Моляко В.О. Прояви інтелектуальних та творчих здібностей у дітей. *Обдарована дитина*. Київ. 2004. № 6. С.3–9.
6. Радченко О.Я., Вихор С.Т. Аналіз можливостей і особливостей використання е-підручників в умовах зміни формату навчання. *Педагогіка формування творчої особистості у вищій і загальноосвітній школах*. Зб. наук. пр. ; редкол. Суцєнко А.В. та ін. Запоріжжя. КПУ, 2021. Вип. 75. 188 с. Т. 2. С. 79–85.
7. Руденко В.М., Руденко Н.М. Математичні методи в психології. К. : Академвидав. 2009. 384 с.
8. Суходольский Г.В. Математические методы в психологии. Харьков : Изд-во “Гуманитарный центр”, 2008. 284 с.
9. Третяк Т.М. Психологічні особливості розв'язування старшокласниками евристичних задач ; за ред. Моляко В.О. *Актуальні проблеми психології: Проблеми психології творчості: Збірник наукових праць*. Т. 12. Випуск 4. Житомир. Вид-во ЖДУ ім. І. Франка. 2008. С. 291–298.
10. Carroll J.B. Human cognitive abilities. Cambridge : Univ. Press, 1993.
11. Goos M., Vale C., Stillman G., Makar K., Herbert S., & Geiger V. (2017). *Teaching Secondary School Mathematics: Research and practice for the 21st century (2nd ed.)*. Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003117810>.
12. Molenaar, D. (2021). A flexible moderated factor analysis approach to test for measurement invariance across a continuous variable. *Psychological Methods*, 26(6), 660–679. DOI: <https://doi.org/10.1037/met0000360>

### References:

1. Voronina H, Hutsan L. (2019) Problemy profesiinoi oriientsatsii starshoklasnykiv: anhliiskyi dosvid ta ukrainski realii. [Problems of professional orientation of high school students: English experience and Ukrainian realities]. *Pedahohichni nauky; teoriia, istoriia, innovatsiini tekhnolohii*. P. 24–35. [in Ukrainian].
2. Zabolotna N.M. (2021) Intelektualni zdibnosti yak potentsial i resurs liudyny.[Intellectual abilities as a human potential and resource]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Seriiia «Psykhologhiia»*. Vyp. 1. P. 12–16. [in Ukrainian].
3. Kolinets H.H. (2021) Psykhologhichni osoblyvosti vzaiemozviazku strukturnykh komponentiv matema-tychnykh doslidnytskykh zdibnostei shkoliariv [Psychological features of the relationship between the structural components of mathematical research abilities of students.]. *Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Seriiia: Psykhologhiia*. Tom 32(71). № 3. P. 124–128. [in Ukrainian].
4. Kulyk M. (2018) Pidkhody do formuvannia Novoi ukrainskoi shkoly [Approaches to the formation of the New Ukrainian School]. URL: <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/11211/1/Kulyk.pdf>. [in Ukrainian].

5. Moliako V.O. (2004) Proiavy intelektualnykh ta tvorchykh zdibnosti u ditei. Obdarovana dytyna [Manifestations of intellectual and creative abilities in children]. K., 2004. № 6. P. 3–9. [in Ukrainian].
6. Radchenko O.Ia., Vykhor S.T. (2021) Analiz mozhlyvosti i osoblyvosti vykorystannia e-pidruchnykyv v umovakh zminy formatu navchannia [Analysis of the possibilities and features of the use of e-textbooks in terms of changing the format of education.]. *Pedahohika formuvannia tvorchoi osobystosti u vyshchii i zahalnoosvitnii shkolakh*. Zb. nauk. pr./[redkol. Sushchenko A.V. ta in.]. Zaporizhzhia : KPU. Vyp. 75. 188 s. T. 2. P. 79–85. [in Ukrainian].
7. Rudenko V.M., Rudenko N.M. (2009) Matematychni metody v psykholohii [Mathematical methods in psychology]. K. : Akademydav. 384 p. [in Russian].
8. Sukhodolskyi H.V. (2008) Matematycheskye metody v psykholohyy [Mathematical methods in psychology]. Kharkov: Yzd-vo “Humanitarnyi tsentr”, 284 p. [in Russian].
9. Tretiak T.M. (2008) Psykholohichni osoblyvosti rozviazuvannia starshoklasnykamy evrystychnykh zadach [Psychological features of solving heuristic problems by high school students.]. *Aktualni problemy psykholohii: Problemy psykholohii tvorchosti: Zbirnyk naukovykh prats. za red. Moliako V.O.* T. 12. Vypusk 4. Zhytomyr. Vyd-vo ZhDU im.I.Franka. P.291-298. [in Ukrainian].
10. Carroll J.B. (1993) Human cognitive abilities. Cambridge: Univ. Press. [in English].
11. Goos M., Vale C., Stillman G., Makar K., Herbert S., & Geiger V. (2017). Teaching Secondary School Mathematics: Research and practice for the 21st century (2nd ed.). Routledge. DOI: <https://doi.org/10.4324/9781003117810>. [in English].
12. Molenaar, D. (2021). A flexible moderated factor analysis approach to test for measurement invariance across a continuous variable. *Psychological Methods*, 26(6), 660–679. DOI: <https://doi.org/10.1037/met0000360> [in English].