

УДК 37.091.33:51-057.874

П. А. Кліш,  
кандидат педагогічних наук, доцент кафедри педагогіки і психології ВІППО;  
М. С. Заяць,  
студентка факультету психології та соціології  
Східноєвропейського національного університету (СНУ) імені Лесі Українки

## **Когнітивні предиктори математичної успішності учнів**

Аналізуються компоненти спеціальних математичних здібностей, що забезпечують успіх математичної діяльності. Розглядаються характеристики когнітивних процесів, які, згідно з результатами досліджень вітчизняних і зарубіжних учених, виступають предикторами розвитку математичної компетентності учнів. Розкривається особливості зв'язку верbalного і невербалного інтелекту, академічної успішності в математичних дисциплінах.

**Ключові слова:** верbalний і невербалний інтелект, когнітивні предиктори математичної діяльності, математична успішність, спеціальні математичні здібності.

**Klish P. A., Zaiats M. S. Cognitive Predictors of the Pupils' Achievements in Mathematics.**

The components of special mathematical abilities favouring progress in Mathematics are analyzed in the article. Characteristic features of the cognitive processes are investigated. According to the results of the scientific research they are considered to be the predictors of the development of the pupils' mathematical competence. The peculiarities of interaction between verbal and non-verbal intelligence and academic achievements in subjects related to Mathematics are revealed.

**Key words:** verbal and non-verbal intelligence, cognitive predictors of mathematical activity, mathematical success, special mathematical abilities.

**Постановка проблеми.** В умовах сучасного розвитку суспільства, пов'язаних зі швидким розвитком усіх сфер життя, загальною технізацією і провідною роллю науки, основним ресурсом людини є високий рівень інтелекту, широка ерудованість та розвинені спеціальні здібності. У такому контексті важливого значення набуває виявлення дітей, які мають потенційно високий рівень інтелекту і значні розумові здібності для їх подальшого цілеспрямованого розвитку.

Відповідно, постає проблема пошуку ефективних прогностичних показників. Тривалий час вважалося, що таким показником виступає інтелект, проте результати 45-річного лонгітудного дослідження Дж. Стенлі показали, що результати математичного тесту набагато тісніше корелують із життєвими досягненнями, ніж тести інтелекту. Отже, актуальним є уточнення отриманих результатів та виявлення конкретних параметрів когнітивних процесів і математичних здібностей, за якими можна прогнозувати успішність діяльності.

**Мета дослідження** – на основі аналізу результатів психологочних досліджень структури інтелектуальних здібностей запропонувати набір імовірних предикторів математичної успішності учнів.

**Аналіз дослідження і публікацій.** Вивченю компонентів математичних здібностей, від рівня розвитку яких залежить математична успішність, та особливостей когнітивних процесів, які можуть виступати її безпосередніми предикторами, присвячено дослідження вітчизняних учених – Г. П. Антонової, І. В. Дубровіної, Ю. В. Ковас, В. А. Крутецького, Ю. В. Кузыміної, І. А. Львовочкіної, С. Б. Малих, О. Н. Менчинської, Є. Б. Місожнікової, В. І. Моросанової, С. О. Скворцової, Т. Н. Тихомирової, Л. О. Трофименко та зарубіжних дослідників – Дж. Глуттінга, Н. Джордан, Д. Каплана, Д. Клементса, С. Кросса, М. Мазокко, К. Мак-Грю, С. Рамінені, Дж. Сарама, Р. Томпсона.

**Виклад основного матеріалу.** Б. М. Теплов стверджує, що успіх у певному виді діяльності залежить як від спеціальних компонентів, специфічних для цієї діяльності, так і від загальних особливостей пізнавальних

процесів, зокрема, уваги, пам'яті та інтелекту. При цьому спеціальні здібності не можна розглядати відірвано від загальних, оскільки саме загальні здібності створюють їх основу та суттєво впливають на актуальній і потенційно можливий рівень їх розвитку [7].

Учений також виділив ряд інтелектуальних функцій, необхідних для успішного виконання діяльності, яка потребує значного розумового напруження: аналітична діяльність (здатність до швидкого й ефективного аналізу ситуації, проблеми або задачі та виокремлення найважливіших деталей і компонентів, які можуть стати основою для її розв'язання); пам'ять (або вибіркова пам'ять, яка спроможна міцно утримувати виділені раніше значимі деталі); синтетична діяльність (здатність до постійної систематизації виділеної і збереженої інформації та створення цілісної картини ситуації; розглядається також як єдність аналітичної й синтетичної діяльності); інтуїція (миттєве осяяння і віднайдення правильного способу вирішення складної проблеми, якому передує напруженна розумова праця) [7].

На важливості інтуїції в науковій математичній творчості наголошує також А. Пуанкаре. Вчений вважає, що інтуїтивному осяянню передує тривала підготовча робота, яка проходить, в основному, у сфері несвідомого, а після нього неодмінно має наставати етап свідомого цілеспрямованого опрацювання отриманих доказів і їх перевірки [5]. Відповідно, для прогнозування видатних математичних досягнень у майбутньому важливим показником може виступати саме наявність математичної інтуїції як можливості знаходити правильне рішення в формі інсайту, випускаючи зі свідомості логічні кроки аналізу та повертаючись до них у ретроспекції.

Іншими важливими компонентами математичних здібностей визначаються специфічна здатність до узагальнення математичного матеріалу, здатність до просторового уявлення та абстрактного мислення [2]. В. А. Крутецький серед основних компонентів вказує такі:

– здатність до формалізованого сприймання математичного матеріалу та вловлювання формальної структури задачі;

# Наукові публікації

- здатність до логічного мислення, а також можливість мислити математичними символами;
- здатність до швидкого і широкого узагальнення математичних об'єктів, відношень та дій;
- здатність до згортання процесу математичного міркування і системи відповідних дій (загалом відповідає математичній інтуїції в розумінні Пуанкаре);
- гнучкість розумових процесів;
- прагнення до ясності, простоти і раціональності розв'язання;
- здатність до швидкого переключення з прямого ходу думки на обернений;
- математичну пам'ять, спрямовану на збереження схем міркувань та доведень, методів розв'язання задач та принципів підходу до них [1; 6].

Сучасні дослідження Т. Н. Тихомирової та Ю. В. Ковас показують, що важливими характеристиками когнітивних процесів, які лежать в основі математичних здібностей і можуть розглядатись як предиктори математичної успішності, є також швидкість переробки інформації, високий рівень розвитку просторової пам'яті, здатність до співвіднесення символічного і несимволічного вираження кількості та розвинене відчуття числа; при цьому як елементи відчуття числа розглядається здатність визначити кількість об'єктів, не рахуючи їх, та встановлення точної позиції числа на числовій лінії [4; 9; 10]. Аналогічні результати продемонстрували і дослідження Є. Б. Місожнікової, згідно з якими успішність виконання старшокласниками математичних тестів залежить, в першу чергу, від швидкості переробки інформації та розвитку відчуття числа [3].

Згідно з дослідженнями Д. Клементса, Дж. Сарама, С. Кросса та інших, основи для успішного засвоєння математики формуються в дошкільному та ще більш ранніх періодах. Найважливішими числовими компетенціями при цьому є відчуття числа та довербальні компоненти числа (наприклад, уявлення про малі й великі величини), які розвиваються ще з віку немовляти. Іншими важливими компетенціями є розуміння відношень між цілими числами та операцій з ними, вміння порівнювати числові величини,

невербальний обрахунок і вербална арифметика. В подальшому базове відчуття числа створює основу для засвоєння складного математичного матеріалу і розв'язання прикладних задач, тому саме рівень його розвитку в дошкільній період виступає надійним предиктором подальшої математичної успішності або, навпаки, труднощів у засвоєнні математики [12].

Ряд учених наголошує також на ролі верbalного і невербального інтелекту в математичній успішності. Згідно з даними, які наводяться Є. В. Щербаковою, рівень вербального інтелекту впливає на успішність навчання з усіх предметів, але, перш за все, з предметів гуманітарного циклу. Рівень просторового невербального інтелекту справляє визначний вплив на успішність із предметів природничого та фізико-математичного циклів (біологія, хімія, фізика, алгебра, геометрія), а рівень невербального математичного інтелекту – на успішність виключно з алгебри та геометрії [11]. Згідно з результатами лонгітюдного дослідження Т. Н. Тихомирової, Є. Б. Місожнікової, Ю. В. Кузьміної та С. Б. Малих, прямий зв'язок невербального інтелекту та математичної успішності виявляється відносно невисоким, але непрямий зв'язок, який розглядається як розведений у часі, є значимим. Тобто, невербальний інтелект виступає саме як предиктор математичної успішності в подальшому [8].

**Висновки.** За дослідженнями вітчизняних та іноземних учених, до безпосередніх когнітивних предикторів математичної діяльності та її успішності належать швидкість переробки інформації, високий рівень розвитку просторової пам'яті, здатність до співвіднесення символічного і несимволічного вираження кількості, розвинене відчуття числа (при цьому як елементи відчуття числа розглядаються здатність визначити кількість об'єктів, не рахуючи їх, та встановлення точної позиції числа на числовій лінії), розуміння відношень між цілими числами та операцій з ними, уміння порівнювати числові величини, невербальний обрахунок і вербална арифметика. Основним загалом вважається базове відчуття числа та швидкість переробки інформації. Значимим предиктором може виступати також рівень невербального інтелекту.

## Література

1. Крутецкий В. А. Психология математических способностей школьников. Москва: Просвещение, 1968. 431 с.
2. Левочкина И. А. Математические способности и их природные предпосылки. Способности. К 100-летию Б. М. Теплова. Дубна: Изд. центр «Феникс», 1997. С. 307–318.
3. Мисожникова Е. Б. Когнитивные и регуляторные предикторы уровня развития способностей в старшем дошкольном возрасте: дисс. ... канд. психол. наук. Москва, 2015. 172 с.
4. Моросанова В. И., Фомина Т. Г., Ковас Ю. В. Взаимосвязь регуляторных, интеллектуальных и когнитивных особенностей учащихся с математической успешностью. Психологические исследования. 2014. Т. 7. № 34. С. 11.
5. Пуанкаре А. Математическое творчество. Вестн. опытной физики и элементарной математики. 1909. № 483. С. 57–63; № 484. С. 79–85.
6. Скворцова С. О., Трофименко Л. О. Індивідуальні відмінності молодших школярів, що впливають на успішність засвоєння математики. Актуальні проблеми методики навчання математики: матеріали регіон. наук.-практ. конф., 14–15 травня 2008 р. Одеса: Наука і техніка, 2008. С. 119–127.
7. Теплов Б. М. Избр. труды. Т. 1. Москва: Педагогика, 1985. 328 с.
8. Тихомирова Т. Н., Мисожникова Е. Б., Кузьмина Ю. В., Малых С. Б. Взаимосвязь невербального интеллекта и успешности в математике в младшем школьном возрасте: лонгитюдное исследование. Теоретическая и экспериментальная психология. 2016. Т. 9. № 4. С. 6–22.
9. Тихомирова Т. Н., Ковас Ю. В. Роль когнитивных показателей учащихся старшего школьного возраста в успешности решения математических заданий. Знание. Понимание. Умение. 2012. № 2. С. 237–244.
10. Их же. Взаимосвязь когнитивных характеристик учащихся и успешности решения математических заданий (на примере старшего школьного возраста). Психолог. журн. 2013. Т. 34. № 1. С. 63–73.
11. Щербакова Е. В. Общие способности в структуре интегральной индивидуальности (на материале исследования учащихся старших классов): дисс. ... канд. психол. наук. Пермь, 2005. 185 с.
12. Джордан Н. С. Ранние предикторы успехов и трудностей при изучении математики / ред. Д. Бисанз. Энциклопедия раннего детского развития. URL: <http://www.encyclopedia-detи.com/chislovaya-gramotnost/ot-ekspertov/rannie-prediktory-uspehov-i-trudnostey-pri-izuchenii-matematiki>