

УДК 373.3/5.016:62/64:51:37.091.1

## Модель математичної компетентності вчителя технологій

### MATHEMATICAL COMPETENCE MODEL OF A TECHNOLOGY TEACHER

**КІРМАН Вадим** – кандидат педагогічних наук, доцент, завідувач кафедри математичної, природничої та технологічної освіти, Комунальний заклад вищої освіти «Дніпровська академія неперервної освіти» Дніпропетровської обласної ради», вул. Володимира Антоновича, 70, м. Дніпро, 49106, Україна

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-8107-6618>

**БАЛАНЕНКО Ірина** – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математичної, природничої та технологічної освіти, Комунальний заклад вищої освіти «Дніпровська академія неперервної освіти» Дніпропетровської обласної ради», вул. Володимира Антоновича, 70, м. Дніпро, 49106, Україна

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1992-8872>

**ПРОКУДА Володимир** – кандидат технічних наук, доцент кафедри математичної, природничої та технологічної освіти, Комунальний заклад вищої освіти «Дніпровська академія неперервної освіти» Дніпропетровської обласної ради», вул. Володимира Антоновича, 70, м. Дніпро, 49106, Україна

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6581-9461>

DOI <https://doi.org/10.54891/2786-7013-2024-1-15>

**KIRMAN Vadym** – Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Mathematical, Natural and Technological Education, Communal Institution of Higher Education «Dnipro Academy of Continuing Education» of the Dnipropetrovsk Regional Council», 70, Volodymyr Antonovych St., Dnipro, 49106, Ukraine

**BALANENKO Iryna** – Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical, Natural and Technological Education, Communal Institution of Higher Education «Dnipro Academy of Continuing Education» of the Dnipropetrovsk Regional Council», 70, Volodymyr Antonovych St., Dnipro, 49106, Ukraine

**PROKUDA Volodymyr** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical, Natural and Technological Education, Communal Institution of Higher Education «Dnipro Academy of Continuing Education» of the Dnipropetrovsk Regional Council», 70, Volodymyr Antonovych St., Dnipro, 49106, Ukraine

**Анотація.** Метою статті є визначення структури та побудова моделі математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі, розробка методів її параметричної ідентифікації, аналіз результатів апробації запропонованих методик вимірювання математичної компетентності. Проведене дослідження спиралося на теоретичні методи системного аналізу, педагогічного моделювання, а також експериментальні методи вибіркового дослідження, методи статистичної обробки експериментальних даних, зокрема дескриптивної статистики та кореляційного аналізу. У результаті дослідження дано обґрунтоване означення математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі, виділено її компоненти: операційно-арифметичний (арифметичний), геометричний, математичного моделювання, аналітико-статистичний, які визначають функції математичної діяльності вчителя технологічної освітньої галузі. Побудовано ієрархічну структуру змісту математичної компетентності, обґрунтовано, що вона має містити три рівня: базовий, середній, високий. Показано, що для забезпечення основної трудової діяльності вчителя технологічної освітньої галузі достатньо базового рівня математичної компетентності. Побудовано структурну модель математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі, в якій відображено інформаційні зв'язки між предметно-професійною діяльністю вчителя технологічної освітньої галузі, його науково-аналітичною діяльністю, компонентами математичної компетентності та системою формування її змісту. Проведено оцінку значення індексу базового рівня математичної компетентності, як ймовірності впоратися з навмання обраним завданням з популяції задач, що пов'язані з трудовими функціями вчителя, середнє значення якої 0,63. Отримано оцінку, що

© КІРМАН Вадим, БАЛАНЕНКО Ірина,

ПРОКУДА Володимир

приблизно 70% вчителів технологічної освітньої галузі можуть розв'язати більше половини завдань базового рівня. Виявлено кореляційну залежність між результатами з компонентів математичного моделювання та арифметичним компонентом. Також виявлено основні проблемні математичні питання для вчителів технологічної освітньої галузі. Практичне значення дослідження полягає в тому, що отримані результати дозволяють удосконалити систему підготовки майбутніх вчителів технологічної освітньої галузі, зокрема їх математичну підготовку, а також скорегувати зміст післядипломної педагогічної освіти вчителів. До основних висновків дослідження можна віднести, що саме базовий рівень математичної компетентності є необхідним для реалізації функцій вчителя технологічної освітньої галузі, а також, що не менше 30% вчителів технологічної освітньої галузі потребують розвитку математичної компетентності. Тому можливі подальші розвідки передбачають впровадження тренінгів, спецкурсів, блоків практичних занять на курсах підвищення кваліфікації вчителів технологічної освітньої галузі по розвитку їх математичної компетентності та аналіз їх ефективності.

**Ключові слова:** математична компетентність, професійна компетентність, вчитель технології, післядипломна освіта, педагогічна освіта.

**Summary.** The purpose of the article is to define the structure and build a model of the mathematical competence of a teacher of technological education, develop methods for its parametric identification, analyze the results of the testing of the proposed methods of measuring mathematical competence. The conducted research was based on theoretical methods of system analysis, pedagogical modeling, as well as experimental methods of sample research, methods of statistical analysis of experimental data, in particular, descriptive statistics and correlation analysis. As a result of the study, a reasonable definition of the mathematical competence of a teacher of technological education is given, its components are highlighted: operational-arithmetic (arithmetic), geometric, mathematical modeling, analytical-statistical, which determine the functions of mathematical activity of a teacher of technological education. A hierarchical structure of the content of mathematical competence has been built, it is justified that it should contain three levels: basic, medium, high. It is shown that a basic level of mathematical competence is sufficient to ensure the main work of a teacher in the technological education field. A structural model of the mathematical competence of a teacher of the technological educational field was built, in which information connections between the subject-professional activity of a teacher of the technological educational field, his/her scientific and analytical activity, components of mathematical competence and the system of forming its content are reflected. The value of the index of the basic level of mathematical competence was evaluated as the probability of coping with a randomly selected task from the population of tasks related to the teacher's work functions, the average value of which is 0.63. It is estimated that approximately 70% of technology education teachers can solve more than half of the basic level problems. The correlational dependence between the results from the mathematical modeling components and the arithmetic component was revealed. The main problematic mathematical questions for teachers of technological education are also revealed. The practical significance of the study is that the obtained results allow to improve the system of training future teachers of the technological educational field, in particular their mathematical training, as well as to adjust the content of postgraduate pedagogical education of teachers. The main conclusions of the study include that it is the basic level of mathematical competence that is necessary for the realization of the functions of a teacher of the technological educational field, and also that at least 30% of the teachers of the technological educational field need the development of mathematical competence. Therefore, possible further explorations involve the implementation of trainings, special courses, blocks of practical classes at advanced training courses for technological education teachers to develop their mathematical competence and analyze their effectiveness.

**Key words:** mathematical competence, professional competence, technology teacher, postgraduate education, pedagogical education.

**Вступ.** Сьогодні, коли технічні засоби та інноваційні інформаційні технології розвиваються з неймовірною швидкістю, врахування нових тенденцій, інновацій, потреб і змін в освіті України вимагає особливої уваги. При цьому технологічна освітня галузь відіграє все більш важливу роль у шкільному навчанні в Україні. Вона дає здобувачам освіти знання та навички,

необхідні для успішного життя в сучасному світі. Для того, щоб технологічна освіта в Україні відповідала сучасним викликам, вона потребує підвищення кваліфікації вчителів, динамічного оновлення та модифікації існуючих освітніх програм, пошуків альтернативних засобів викладання та перевірки рівня знань [5, с. 121].

Аспекти, які є ключовими у технологічній освіті:

- розвиток навичок активного члена суспільства: без технологій на даному етапі не можливе позиціонування людини як успішної та реалізованої, знання та навички, здобуті в рамках галузі, є, безперечно, базовими;

- усвідомлення та підвищення рівня основних компетентостей, таких як креативність, комунікація, робота в команді та інші навички, які формуються саме на уроках технологій, застосування нестандартних підходів до розв'язання задач;

- заохочення до навчання креативними та відчутними методами, що можуть суттєво підвищити мотивацію до навчання та зацікавити учня на подальші дії в інших галузях;

- ознайомлення з різноманіттям професій, підготовка до свідомого вибору певної галузі діяльності, формування уявлень щодо технологічних новацій у цих галузях та використання вмінь і навичок необхідних для професійного зростання та успішної кар'єри;

- зменшення гендерної нерівності, зорієнтованість на STEM-дисципліни шляхом однакового залучення хлопчиків та дівчат до високотехнологічних галузей, зокрема, таких як наука, технології, інженерія, математика, ІТ тощо, які традиційно вважалися «чоловічими».

При цьому математичні компетентності є чи не найважливішими для технологічної галузі. Математична і інформаційна компетентності вчителів технологічної освітньої галузі дають можливість ефективно будувати математичні моделі процесів, явищ і об'єктів з метою їх дослідження і подальшої оптимізації, створювати алгоритми, які дозволяють дискретно і за найменшу кількість кроків реалізувати поставлені завдання, залучати сучасні інструменти і середовища [3, с. 87], у тому числі віртуальні, щоб краще розуміти технології, пояснювати їх здобувачам освіти, а також допомагати їм використовувати технології ефективніше. Викладачі технології з високим рівнем математичної підготовки здатні швидше пояснити технологічні принципи, роботу механізмів, алгоритми, способи виміру, складних обчислень, тощо. Доцільним було б знайомство з програмами *GeoGebra* та *SciLab* (останній до речі вивчається в курсі інформатики 10–11 клас), векторних інструментів застосунку Word для побудови креслень, а також обчислювальних можливостей і пакетів Excel для аналізу та візуалізації даних.

**Аналіз останніх досліджень.** А. Вагіс у статті «Формування математичної компетентності майбутніх вчителів початкових класів засобами навчально-дослідницької діяльності» [6] досліджує проблему формування математичної компетентності майбутніх учителів початкових класів. Автори статті стверджують, що одним із найефективніших способів вирішення цієї проблеми є використання навчально-дослідницької діяльності. Автори дають визначення математичної компетентності та описують її складові, описують сутність навчально-дослідницької діяльності та її значення для формування математичної компетентності майбутніх учителів, наводять приклади методів та форм організації навчально-дослідницької діяльності, які можуть бути використані для формування математичної компетентності майбутніх учителів. Також описують проблеми, з якими стикаються вчителі початкових класів при викладанні математики й дають рекомендації щодо покращення підготовки вчителів початкових класів до викладання математики.

В. Панченко у статті «Професійна підготовка майбутніх учителів початкової школи до формування предметної математичної компетентності учня» [12] досліджує проблему підготовки майбутніх учителів початкової школи до формування предметної математичної компетентності здобувачів освіти. Автори статті описують, які знання, навички та вміння

повинні мати вчителі початкової школи для того, щоб успішно формувати предметну математичну компетентність здобувачів освіти, наводять приклади методів та форм роботи, які можуть бути використані для формування предметної математичної компетентності, описують роль вчителя у формуванні предметної математичної компетентності здобувачів освіти. Робиться висновок про те, що професійна підготовка майбутніх учителів початкової школи до формування предметної математичної компетентності здобувача освіти є важливою складовою освітнього процесу.

Дослідниця С. Скворцова у роботі «Методична система підготовки майбутніх учителів до навчання математики» [13] розглядає проблему підготовки майбутніх учителів до викладання математики. Автор статті стверджує, що для успішного викладання математики вчителям необхідна не лише глибока математична освіта, але й методична компетентність, характеризує методичну систему підготовки майбутніх учителів до навчання математики, яка включає в себе теоретичну підготовку, практичну підготовку та методичну роботу, описує, які знання з методики викладання математики повинні отримати майбутні вчителі, які практичні навички повинні отримати майбутні педагоги для того, щоб успішно викладати математику. Робиться висновок, що методична система підготовки майбутніх учителів до навчання математики є важливою складовою їхньої педагогічної освіти.

С. Стрілець, Т. Запорожченко в монографії «Формування математичної компетентності майбутнього вчителя початкових класів засобами інноваційних технологій» [14] досліджують питання формування математичної компетентності майбутніх учителів початкових класів. Науковці стверджують, що використання інноваційних технологій може значно підвищити ефективність цього процесу, дають визначення математичної компетентності та описують її складові, описують різні інноваційні технології, які можуть бути використані для формування математичної компетентності майбутніх учителів початкових класів, описують переваги використання інноваційних технологій для формування математичної компетентності майбутніх учителів початкових класів. Автори статті розуміють, що використання інноваційних технологій є перспективним напрямом у формуванні математичної компетентності майбутніх учителів початкових класів.

О. Шаран у праці «Використання моделювання у процесі формування методико-математичної компетентності майбутніх вихователів» [15] розглядає проблему формування методико-математичної компетентності майбутніх вихователів закладів дошкільної освіти, приходить до думки, що використання моделювання є ефективним способом формування методико-математичної компетентності майбутніх вихователів.

С. Антошук у роботі «Організаційно-педагогічні засади підвищення кваліфікації педагогічних працівників за дистанційною формою навчання» [1] вивчає проблему організації та методичного забезпечення дистанційного навчання педагогічних працівників. Автор підсумовує, що дистанційна форма навчання є ефективним способом підвищення кваліфікації педагогічних працівників.

Г. Бібік, В. Кірман, Г. Чаус, Е. Соколова у дослідженнях [4, 8, 9, 10, 11] розкривають сутність математичних компетентностей учителів біології, географії, математики, аналізують фактичні показники по статистичних тестах.

Дослідником В. Панченко [2, с. 245] запропоновано геометричний підхід і реалізація в середовищі MatLab обробки виробів з деревини.

Водночас не було знайдено актуальної літератури, де було б проаналізовано математичну компетентність учителів технологічної освітньої галузі.

**Мета статті.** Метою статті є визначення структури та побудова моделі математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі, а також розробка методів її

параметричної ідентифікації. Для реалізації мети визначаються такі завдання: визначення математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі, обґрунтування моделі відповідної математичної компетентності, розробка статистичних методів ідентифікації моделі, аналіз результатів апробації вимірювання параметрів моделі.

**Виклад основного матеріалу.** У наших роботах [8, 9, 10, 11] розроблено концептуальні моделі математичної компетентності вчителів природничої освітньої галузі, які спираються на три функції: операційну, гносеологічну та аналітичну. Така класифікація функцій обумовлена загальною діяльністю вчителя-«природничника». Але, вочевидь, вона не може бути скопійована для вчителів технологічної освітньої галузі. Так, на нашу думку, гносеологічний компонент для вчителя технологій є беззмістовним.

Спробу означення математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі ми будемо давати виходячи з аналізу професійної діяльності вчителя, що обумовлює його математичну діяльність. Математична діяльність – це розв’язування математичних задач, а також набуття або актуалізація математичних умінь, пов’язаних з безпосередньою діяльністю вчителя. У контексті вивчення математичної компетентності, можна вести розмову про предметно-педагогічну діяльність учителя технологічної освітньої галузі та науково-аналітичну діяльність учителя. Предметно-педагогічна діяльність – це безпосередньо діяльність, що пов’язана з плануванням, організацією та здійсненням навчального процесу. Вона є основною для вчителя. Водночас, учитель також може й має займатися зі здобувачами освіти дослідницькою та проєктною діяльністю, що передбачає розширення класу задіяних математичних задач.

Звернемо увагу, що якість математичної компетентності вчителя технологічної галузі є дуже важливою для формування математичної компетентності здобувачів освіти. Це обумовлено тим, що значна кількість понять та навичок, які природно характеризують, як математичні, починають формуватися саме на уроках технологій. Це відноситься, до вимірювань, геометричних побудов, аналізу проєкційних зображень, розрахунків, що стосуються найпростіших технологічних процесів, методу координат тощо.

Отже, математична діяльність, пов’язана з технологічною освітньою галуззю включає: математику процесів вимірювання, обчислення, оцінку точності, геометричне моделювання, обчислення геометричних величин, аналіз функціональних залежностей, обчислення параметрів технологічних процесів. Це дозволяє нам виділити спочатку три компоненти математичної діяльності: арифметичний, геометричний, компонент математичного моделювання.

Арифметичний компонент має містити всі можливі обчислення, базовий статистичний аналіз, базові алгебраїчні перетворення, роботу з наближеними величинами тощо. Геометричний, компонент, очевидно, містить планіметричний 2D- та стереометричний 3D-підкомпоненти. Для геометричного компоненту, очевидними є рівні інтуїтивної та формальної геометрії, які, у свою чергу, також можуть ділитися на підрівні. Нарешті, компонент математичного моделювання включає в себе навички складання моделей технологічних процесів, їх дослідження та аналіз. Сюди ми також включаємо питання змістової лінії функцій.

Ми також виокремили науково-аналітичну функцію діяльності вчителя. Вона може варіюватися від рефлексії власної педагогічної діяльності до глибокого дослідження в галузі теорії та методики навчання. Основний математичний апарат, який виступає в цих дослідження – математична статистика, що формує аналітико-статистичний компонент.

Отже, нами виокремлено 4 компоненти математичної діяльності вчителя технологічної освітньої галузі: арифметичний, геометричний, математичного моделювання та аналітико-статистичний. Вони формують математичну компетентність, але так як ми розглядаємо

математичну діяльність у контексті професійної діяльності вчителя, зовнішнє спостереження за проявами математичної діяльності може мати лише інтегрований підхід, а не орієнтуватися на окремі компоненти. Водночас, виокремлені нами компоненти формують арифметичну, геометричну, аналітико-статистичну та моделювальну функції математичної діяльності. Це дає підстави дати означення математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі за зразком нашої роботи [7, с. 101]. А саме, математична компетентність учителя технологічної освітньої галузі – це інтегральна якість особистості, що полягає у здатності та готовності використовувати математику для здійснення арифметичних, геометричних, моделювальних та аналітико-статистичних функцій діяльності вчителя технологічної освітньої галузі, пов'язаної з навчанням.

Виникає запитання про змістове наповнення математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі. Тут ми будемо виходити з нашої концепції [9, с. 96] про формування змістових блоків з метою подальшого вимірювання математичної компетентності, яка може бути сформована на декількох рівнях. Отже, необхідно виділити базовий рівень, який забезпечує професійні функції відповідно до програм освітньої галузі в тому числі у профільній школі рівня стандарту. Далі для забезпечення високотехнологічних варіантів програм та організації проектно-дослідницької роботи здобувачів освіти необхідним є більш високий, середній рівень. І, нарешті, доцільно вести розмову про високий рівень, який забезпечує, як високий рівень дослідницької роботи здобувача освіти, так і вчителя. Таким чином, нами обґрунтовано три рівні математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі, ми їх будемо позначати відповідно: РІВ (1), РІВ (2), РІВ (3).

Формування змісту рівнів ґрунтується на рекурентному співвідношенні:

$$\text{РІВ (n+1)} = \text{РІВ (n)} + \text{ДОДАТКОВИЙ ЗМІСТ ДЛЯ РІВ (n+1)}.$$

Таким чином, спочатку треба сформулювати РІВ (1). А саме:

- РІВ (1) = {операції з натуральними числами;
- операції з десятковими дробами;
- операції з числами у стандартному вигляді;
- операції зі звичайними дробами;
- задачі на дроби та відсотки;
- задачі на складання пропорцій;
- задачі на оцінювання та операції з наближеними величинами;
- задачі на операції з іменованими величинами;
- складання моделей на пряму та обернену пропорційність;
- найпростіші задачі аналізу даних;
- розпізнавання базових плоских фігур;
- розпізнавання основних многогранників та тіл обертання;
- обчислення основних характеристик плоских та просторових фігур за готовими формулами;
- аналіз розгорток і проєкцій}.
- Відповідно до рекурентного співвідношення для визначення рівнів маємо:
- РІВ (2) = РІВ (1) + {елементарні методи аналізу функцій;
- задачі на побудову в планіметрії та стереометрії;
- планіметричні задачі на обчислення;
- стереометричні задачі на обчислення;
- аналіз лінійних моделей технологічних процесів;
- задачі на аналіз логічних виразів;
- задачі з використанням методу координат;
- задачі векторного аналізу;

- основи кореляційно-регресійного аналізу}.
- А також:
- РІВ (3)=РІВ (2)+{цифрові технології в задачах моделювання;
- цифрові технології в геометричних задачах;
- задачі аналітичної геометрії;
- аналіз нелінійних моделей;
- аналіз динамічних систем;
- задачі статистичної перевірки гіпотез;
- оптимізаційні задачі}.

Проведені нами міркування дають підстави для побудови структурної моделі математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі (Рис. 1).

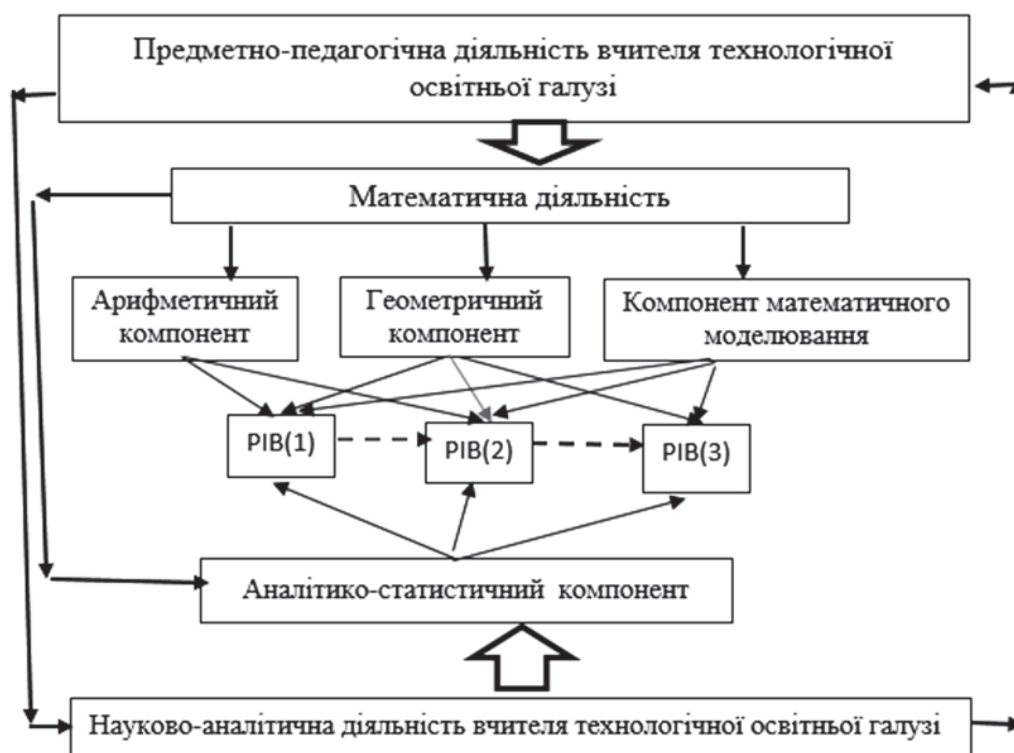


Рис. 1. Схема моделі математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі

Прокоментуємо відповідно цю модель. Предметно-педагогічна діяльність учителя зворотнім зв'язком пов'язана з його науково-аналітичною діяльністю. Дійсно, саме результати педагогічної діяльності вчителя мають бути перш за все даними для його аналізу. Результатом аналізу мають стати зміни в предметній діяльності вчителя. Науково-аналітична діяльність впливає, в основному на аналітико-статистичний компонент математичної діяльності, інші компоненти формує предметно-педагогічна діяльність. Звертаємо увагу, що компонент моделювання майже не присутній для РІВ (1) (тільки найпростіші задачі, які можна звести до арифметичних), пунктирні стрілочки для РІВ показують рекурентний характер формування рівнів. Саме РІВ (1), РІВ (2), РІВ (3) і є основою моделі математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі. Усе змістове наповнення базується на РІВ (1), тому саме цей блок і можна вважати ядром моделі математичної компетентності.

У роботі [9, с. 95] підкреслювалася неможливість введення єдиного числового індикатора для математичної компетентності, тому мова може йти лише про індикатор на відповідному рівні. Тому доцільно говорити про вимірювання математичної компетентності ядра – РІВ (1).

Далі ми використовуємо таку саму методику вимірювання, як в роботах [8, 9, 10, 11]. А саме вводимо рівневий індикатор математичної компетентності, як ймовірність розв'язати навмання обране завдання з відповідного рівня. Для оцінювання значення індексу рівневого індикатора (кількісної характеристики) формується тест, який складається з 3 субтестів: арифметичного, геометричного, моделювального. Нами було запропоновано 15 типів завдань, які рівномірно відображають структуру РІВ (1). Наводимо список відповідних типів.

- 1) Планіметрична задача на розрізання;
- 2) Стереометрична задача на розрізання.
- 3) Задача аналіз продуктивності (сумісна робота).
- 4) Задача на аналіз об'єму виробництва;
- 5) Аналіз розгортки.
- 6) Аналіз проєкції.
- 7) Аналіз функціональної залежності.
- 8) Задача з іменованими величинами.
- 9) Задача на відсотки.
- 10) Задача на пропорційне співвідношення.
- 11) Проста арифметико-комбінаторна задача.
- 12) Задача на стандартний вигляд числа.
- 13) Задача на оцінювання точності вимірювань.
- 14) Задачі на обчислення геометричних величин у плоских фігурах
- 15) Задачі на обчислення геометричних величин у просторових фігурах.

Тестування проходили 125 учителів технологічної освітньої галузі, що проходили курси підвищення кваліфікації у Дніпровській академії неперервної освіти. Репрезентативність вибірки обумовлено рівномірністю проходження вчителями області курсів протягом року. Загальний результат вимірювань зображено на рис. 2.

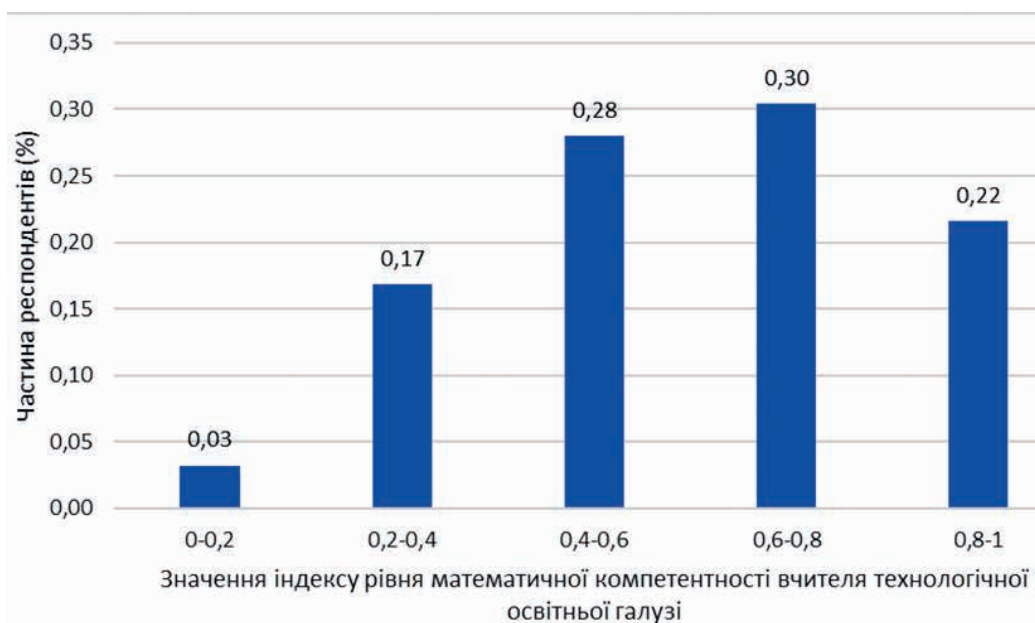


Рис. 2. Розподіл значень оцінки індексу математичної компетентності вчителів технологічної освітньої галузі на базовому рівні (ядрі)

Середнє значення для розподілу дорівнює – 0,64, медіана – 0,67, середнє квадратичне відхилення – 0,21. У розподілі єдиний модальний інтервал 0,6 – 0,8. 50-відсотковий бар'єр не подолали понад 70% респондентів.

На діаграмі складності (Рис. 3) зображено відсоток респондентів, які розв'язали відповідні завдання зі списку 15 запропонованих.

Найскладнішими для вчителів технологічної освітньої галузі виявилися завдання на обчислення геометричних величин у просторових фігурах (15), стандартний вигляд числа (12), оцінку точності вимірювання (13), роботи з іменованими величинами (8), задачі на відсотки (9).

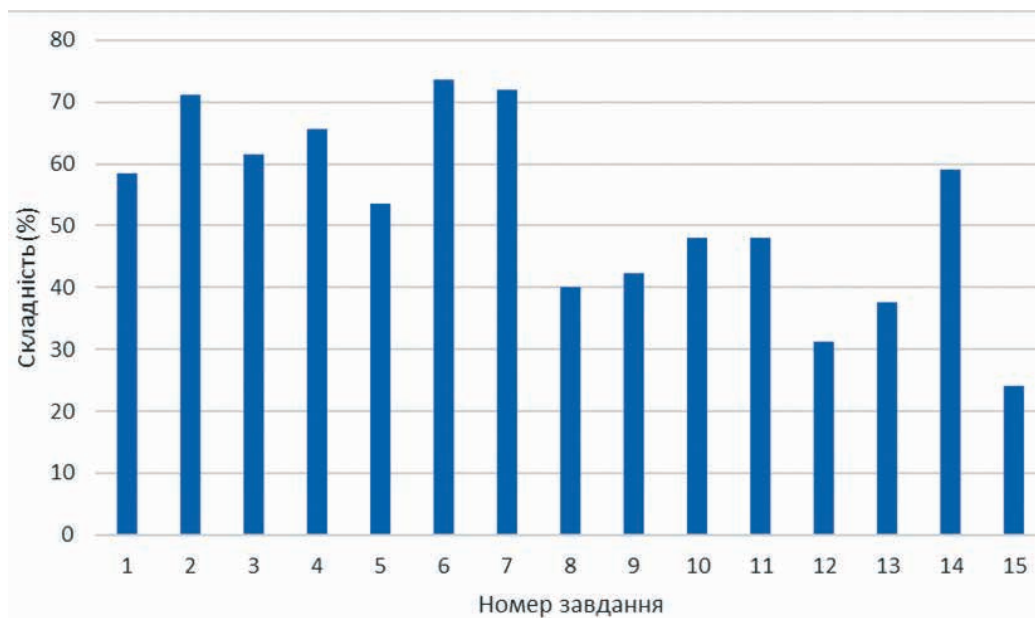


Рис. 3. Діаграма складності

Як ми зазначили вище, тест містив три субтести: арифметичний (А), геометричний (G) та блок, присвячений елементам моделювання (М). Нами досліджено кореляційний зв'язок між цими компонентами. Для цього використовували ранговий коефіцієнт кореляції Спірмена. Результати розрахунків цих коефіцієнтів такі:  $R_{AG}=0,36$  ;  $R_{GM}=0,31$  ;  $R_{AM}=0,71$ . Як бачимо, між алгебраїчною та геометричною складовою слабкий зв'язок, так само між складовою геометричною та моделювальною. Водночас достатньо високий зв'язок між моделювальним та арифметичним компонентом. Значення статистики Спірмена 7,82, критичне значення для стандартного нормального розподілу на рівні значущості 0,025 складає, як відомо, 1,96. Таким чином, оцінка коефіцієнта кореляції є значущою.

**Висновки.** Математичну компетентність учителя технологічної освітньої галузі можна розглядати, як підсистему предметно-методичної компетентності педагога. Математична компетентність реалізується через арифметичну, геометричну, моделювальну та аналітико-статистичну функції. Для здійснення пошукової та проєктної діяльності вчителя та організації дослідницько-проєктної діяльності здобувачів освіти вчителю технологічної освітньої галузі необхідно вільно володіти високим рівнем математичної компетентності. Але для здійснення більшості трудових функцій учителя достатнім є базовий рівень математичної компетентності, що складає її ядро.

Для визначення рівня математичної компетентності вчителя технологічної освітньої галузі можна використовувати індикатор рівня математичної компетентності, який характеризує ймовірність розв'язування задач базового рівня вчителем, популяція відповідних задач визначається предметно-педагогічними трудовими функціями учителя. Нами встановлено, що понад 70% учителів технологічної освітньої галузі можуть розв'язати навмання обрану математичну задачу, що має відношення до курсу технологій з ймовірністю, що перевищує 0,5.

Оцінка математичного сподівання та медіани для індикатора рівня математичної компетентності дорівнюють відповідно 0,63 та 0,67. У цілому, результати вчителів технологічної освітньої галузі кращі ніж показники, отримані при дослідженні математичної компетентності вчителів природничої освітньої галузі.

Виявлено кореляційну залежність між результатами з компонентів математичного моделювання та арифметичним компонентом. Аналогічна залежність з геометричними компонентами не спостерігається.

До базових проблем математичної компетентності вчителів технологічної освітньої галузі можна віднести питання стереометрії, оцінювання, роботи за наближеними величинами, іменованими величинами, стандартним виглядом числа, відсотками та частинами. Цю інформацію треба враховувати при підготовці майбутніх учителів технологічної освітньої галузі у педагогічних університетах, а також у системі післядипломної педагогічної освіти. Тому можливі подальші дослідження передбачають упровадження тренінгів, спецкурсів, блоків практичних занять на курсах підвищення кваліфікації вчителів технологічної освітньої галузі щодо розвитку їх математичної компетентності та аналіз їх ефективності.

### Список використаних джерел

1. Антошук С. В. Організаційно-педагогічні засади підвищення кваліфікації педагогічних працівників за дистанційною формою навчання: автореф. дис. ... канд. пед. наук. Переяслав-Хмельницький, 2016. 23 с.
2. Баланенко І. Г., Проскурняков Р. С. Геометрична модель програмування деревообробного обладнання. *Інформаційні технології-2018*: матеріали V Всеукраїнської наук.-практ. конф. молодих науковців (Київ, 17 травн. 2018 р.). Київ: ун-т ім. Б. Грінченка, 2018. С. 244–246.
3. Баланенко І. Г., Соколова Е. Т. Особливості цифровізації освітнього середовища вчителів математичних та природничих дисциплін. *Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу «ІТМ\*плюс – 2023»*: матеріали IV Міжнародної дистанційної наук.-метод. конф. (Суми, 10 листоп. 2023 р.). Суми: ФОП Цьома С. П., 2023. С. 86–88.
4. Бібік Г. Діагностика стану готовності вчителів математики і фізики до формування в учнів ключових компетентностей засобами міжпредметних зв'язків. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Педагогіка, соціальна робота*. 2009. Вип. 16–17. С. 21–23.
5. Биков В., Лещенко М. Цифрова гуманістична педагогіка відкритої освіти. *Теорія і практика управління соціальними системами*. 2016. № 4. С. 115–130. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tipuss\\_2016\\_4\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tipuss_2016_4_13) (дата звернення: 28.02.24).
6. Вагіс А. Формування математичної компетентності майбутніх вчителів початкових класів засобами навчально-дослідницької діяльності. *Проблеми підготовки сучасного вчителя*. 2015. Вип. 11 (1). С. 93–98.
7. Кірман В., Романець О., Чаус Г. Модель математичної компетентності вчителя фізики. *Вісник Дніпровської академії неперервної освіти. Серія «Філософія. Педагогіка»*. 2023. № 1 (4). С. 97–104.
8. Кірман В., Чаус Г. Структурно-параметрична модель математичної компетентності вчителя біології та підходи до її ідентифікації. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2020. Вип. 1 (15). С. 100–112.
9. Кірман В. К. Векторна модель математичної компетентності учителя математики та підходи до її ідентифікації. *Актуальні питання природничо-математичної освіти*. 2017. № 2 (10). С. 94–101.
10. Кірман В. К., Соколова Е. Т. Системний аналіз математичної компетентності вчителя географії. *Наукові записки. Серія: педагогіка*. 2020. № 1. С. 41–51.
11. Кірман В. К. Формування готовності до пропедевтичної діяльності вчителів математики та природничих дисциплін. *Проблеми розвитку професійних компетентностей вчителів природничо-математичного напрямку*: збірник тез доповідей Всеукраїнської наук.-практ. конф. (Дніпро, 23 грудн. 2020 р.). Дніпро: КЗВО «ДАНУ» ДОР», 2020. С. 51–54.
12. Панченко В. Професійна підготовка майбутніх учителів початкової школи до формування предметної математичної компетентності учня. *Гуманітарний вісник Державного вищого навчального закладу «Переяслав-Хмельницький державний педагогічний університет імені Г. С. Сковороди»*. Педагогіка. Психологія. Філософія. 2013. Вип. 28 (1). С. 228–232.

13. Скворцова С. О. Методична система підготовки майбутніх учителів до навчання математики. *Гірська школа українських Карпат*. 2020. № 22. С. 129–134.

14. Стрілець С. І., Запорожченко Т. П. Формування математичної компетентності майбутнього вчителя початкових класів засобами інноваційних технологій: монографія. Чернігів: Десна Поліграф, 2019. 204 с.

15. Шаран О. В. Використання моделювання у процесі формування методико-математичної компетентності майбутніх вихователів. *Psychology and pedagogy as sciences for the development of the cultural potential of modern society*: Scientific monograph. Riga, Latvia: «Baltija Publishing», 2022. P. 431–463.

## References

1. Antoshchuk S. V. (2016). *Orhanizatsiino-pedahohichni zasady pidvyshchennia kvalifikatsii pedahohichnykh pratsivnykiv za dystantsiinoiu formoiu navchannia* [Organizational-pedagogical principles of professional development of pedagogical workers by distance education]: avtoref. dys. ... kand. ped. Nauk. Pereiaslav-Khmelnytskyi [in Ukrainian].

2. Balanenko I. H., Proskuriakov R. S. (2018). *Heometrychna model prohramuvannia derevoobrobnoho obladdannia* [Geometric model of woodworking equipment programming]. *Informatsiini tekhnolohii-2018: materialy V Vseukrainskoi nauk.-prakt. konf. molodykh naukovtsiv* (Kyiv, 17 travn. 2018 r.). Kyiv. un-t im. B. Hrinchenka [in Ukrainian].

3. Balanenko I. H., Sokolova E. T. (2023). *Osoblyvosti tsyfrovizatsii osvithnoho seredovyscha vchyteliv matematychnykh ta pryrodnychykh dystsyplin* [Peculiarities of digitization of the educational environment of mathematics and science teachers]. *Rozvytok intelektualnykh umin i tvorchykh zdibnostei uchniv ta studentiv u protsesi navchannia dystsyplin pryrodnycho-matematychnoho tsykladu «ITM\*plus – 2023»*: materialy IV Mizhnarodnoi dystantsiinoi nauk.-metod. konf. (Sumy, 10 lystop. 2023 r.). Sumy: FOP Tsoma S. P. [in Ukrainian].

4. Bibik H. (2009). *Diahnastyka stanu hotovnosti vchyteliv matematyky i fizyky do formuvannia v uchniv kliuchovykh kompetentnostei zasobamy mizhpredmetnykh zviazkiv* [Diagnosis of the readiness of mathematics and physics teachers for developing students' key competencies through interdisciplinary connections]. *Naukovyi visnyk Uzhhorodskoho natsionalnoho universytetu. Serii: Pedahohika, sotsialna robota – Scientific Bulletin of the Uzhhorod National University. Series: Pedagogy, social work*, 16–17, 21–23 [in Ukrainian].

5. Bykov V., Leshchenko M. (2016). *Tsyfrova humanistychna pedahohika vidkrytoi osvity* [Digital humanistic pedagogy of open education]. *Teoriia i praktyka upravlinnia sotsialnyimi systemamy – Theory and practice of managing social systems*, 4, 115–130. URL: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tipuss\\_2016\\_4\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Tipuss_2016_4_13) (accessed: 28.02.24) [in Ukrainian].

6. Vahis A. (2015). *Formuvannia matematychnoi kompetentnosti maibutnykh vchyteliv pochatkovykh klasiv zasobamy navchalno-doslidnytskoi diialnosti* [Formation of mathematical competence of future primary school teachers by means of educational and research activities]. *Problemy pidhotovky suchasnoho vchytelia – Problems of modern teacher training*, 11 (1), 93–98 [in Ukrainian].

7. Kirman V., Romanets O., Chaus H. (2023). *Model matematychnoi kompetentnosti vchytelia fizyky* [Model of mathematical competence of a physics teacher]. *Visnyk Dniprovskoi akademii neperervnoi osvity. Serii «Filosofia. Pedahohika» – Bulletin of the Dnipro Academy of Continuing Education. Series «Philosophy. Pedagogy»*, 1 (4), 97–104 [in Ukrainian].

8. Kirman V., Chaus G. (2020). *Strukturo-parametrychna model matematychnoi kompetentnosti vchytelia biolohii ta pidkhody do yii identyfikatsii* [Structural-parametric model of mathematical competence of a biology teacher and approaches to its identification]. *Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity – Current issues of science and mathematics education*, 1 (15), 100–112 [in Ukrainian].

9. Kirman V. K. (2017). *Vektorna model matematychnoi kompetentnosti uchytelia matematyky ta pidkhody do yii identyfikatsii* [Vector Model of the Mathematical competence of the Mathematics Teachers and Approaches to its Identification. Current issues of natural and mathematical education]. *Aktualni pytannia pryrodnycho-matematychnoi osvity – Current issues of science and mathematics education*, 2 (10), 94–101 [in Ukrainian].

10. Kirman V. K., Sokolova E. T. (2020). *Systemnyi analiz matematychnoi kompetentnosti vchytelia heohrafii* [System analysis of the geography teacher's mathematical competence]. *Naukovi zapysky. Serii: pedahohika – Proceedings. Series: pedagogy*, 1, 41–51 [in Ukrainian].

11. Kirman V. K. (2020). *Formuvannya hotovnosti do propedeutychnoyi diyal'nosti vchyteliv matematyky ta pryrodnychyykh dystsyplin* [Formation of readiness for propaedeutic activities of teachers of mathematics and natural sciences]. *Problemy rozvytku profesiynykh kompetentnostey vchyteliv pryrodnycho-matematychnoho napryamku: zbirnyk tez dopovidey Vseukrayins'koyi nauk.-prakt. konf. (Dnipro, 23 hrudn. 2020 r.)*. Dnipro: KZVO «DANO» DOR» [in Ukrainian].
12. Panchenko V. (2013). *Profesiina pidhotovka maibutnikh uchyteliv pochatkovoї shkoly do formuvannya predmetnoi matematychnoi kompetentnosti uchnia* [Professional training of future primary school teachers for the formation of the subject mathematical competence of the student]. *Humanitarnyi visnyk Derzhavnoho vyshchoho navchalnoho zakladu «Pereiaslav-Khmelnyskyi derzhavnyi pedahohichnyi universytet imeni H. S. Skovorody»*. *Pedahohika. Psykholohiia. Filozofia – Humanitarian Bulletin of the State Higher Educational Institution «Pereiaslav-Khmelnyskyi State Pedagogical University named after H. S. Skovoroda»*. *Pedagogy. Psychology. Philosophy*, 28 (1), 228–232 [in Ukrainian].
13. Skvortsova S. O. (2020). *Metodychna systema pidhotovky maibutnikh uchyteliv do navchannia matematyky* [Methodical system of training future teachers for teaching mathematics]. *Hirska shkola ukrainskykh Karpat – Mountain School of the Ukrainian Carpathians*, 22, 129–134 [in Ukrainian].
14. Strilets S. I., Zaporozhchenko T. P. (2019). *Formuvannia matematychnoi kompetentnosti maibutnoho vchytelia pochatkovykh klasiv zasobamy innovatsiynykh tekhnolohii* [Formation of mathematical competence of the future primary school teacher by means of innovative technologies]: monohrafy. Chernihiv: Desna Polihraf [in Ukrainian].
15. Sharan O. V. (2022). *Vykorystannia modeliuvannia u protsesi formuvannia metodyko-matematychnoi kompetentnosti maibutnikh vykhovateliv. Psychology and pedagogy as sciences for the development of the cultural potential of modern society: Scientific monograph*. Riga: «Baltija Publishing» [in Latvia].