

Підходи до оцінювання параметрів моделей математичної компетентності

В. К. Кірман

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпровська академія неперервної освіти
Corresponding author. E-mail: vadyk.kirmangmail.com

Paper received 05.02.18; Revised 08.02.18; Accepted for publication 10.02.18.

<https://doi.org/10.31174/SEND-PP2018-155VI65-05>

Анотація. Стаття присвячена побудові концептуальної моделі математичної компетентності та її обґрунтуванню. З єдиних методологічних підходів, але з використанням різних організаційно-технологічних механізмів описується апробація ідентифікації компонентів моделей для вчителів математики та учнів загальноосвітніх навчальних закладів. Запропонована матрична мета-модель математичної компетентності відображає основні змістовні лінії і рівні складності. Нормативна векторна модель відповідає певному рівню складності. Вводиться індикатор рівня математичної компетентності – ймовірність рішення довільного завдання відповідного рівня складності за умови рівномірного розподілу типів, запропоновано використання індикатора математичної грамотності, як індикатора математичної компетентності відповідного рівня. Наводяться оцінки індикаторів математичної компетентності учнів та вчителів загальноосвітніх навчальних закладів.

Ключові слова: вибіркові дослідження, математична компетентність, математична грамотність, моніторинг, тестування

Вступ. Компетентнісний підхід є провідним у сучасній методології освіти. Таким чином, виникає проблема формалізації, методів вимірювання та інтерпретації рівнів математичної компетентності. Важливо, що це стосується, як учнів, так і вчителів загальноосвітніх навчальних закладів. Розгляд та вимірювання індикаторів математичної компетентності педагогів дозволив би прогнозувати можливість кваліфікованого навчання учнів математики, зокрема кількість учнів, яких реально можна охопити профільним навчанням. Щодо учнів, то найважливіший практичний інтерес має аналіз динаміки математичної компетентності, ядром якої є математична грамотність [17]. Об'єктивний аналіз динаміки математичної грамотності дозволив би прогнозувати засвоєння учнями шкільного курсу математики та природничих дисциплін, корегувати програми.

У зв'язку з цим виникають питання, перше з яких, що саме необхідно вимірювати. Відповідь на це питання неможлива без обґрунтування нормативної моделі математичної компетентності учителя математики та учнів. Друга низка питань – технології вимірювання та статистичний аналіз відповідних даних. У цій статті ми робимо спробу з єдиних позицій дати відповідь на питання вимірювання математичної компетентності в учнів та вчителів.

Стислий огляд публікацій з теми. Методологічною основою нашого дослідження є компетентнісний підхід. С. А. Раков [17; 18] розглядає компетентнісно орієнтоване навчання лише в прикладному контексті (застосування математики в прикладних задачах). Н. А. Тарасенкова та В. К. Кірман [19] надають більш широке тлумачення математичній компетентності, розглядаючи її з позицій проектування на можливу діяльність, у тому числі, теоретичну. Поняття математичної грамотності є природним для компетентнісного підходу, Л. Нічуговська [16] досліджує поняття математичної грамотності, аналізує структуру з позицій стандартів TIMS та PISA, дуже важливим є зроблений аналіз балансу між теоретичною та практичною складовою в структурі математичної грамотності, поняття математичної грамотності розвивається в роботах О. Чашечнікової [25].

Вагомий внесок в дослідження математичної грамотності з позицій компетентнісного підходу зроблено Н. Тарасенковою та її учнями [21], їми запропоновано підходи до вимірювання математичної компетентності, зокрема ключових навичок. Н. Тарасенкова виділяє так

звані класи М-задач та К-задач відповідно до операційних та змістовно-прикладних навичок. К-задачі носять компетентнісно-орієнтований характер, складено колекцію таких задач у тестовій формі.

А. І. Кузьмінський, Н. А. Тарасенкова, І. А. Акуленко досліджують зміст математичної компетентності вчителів математики [10]. І. А. Акуленко у ряді своїх досліджень займається вимірюваннями математичної та методичної грамотності молодих вчителів математики та випускників педагогічних вишів, ці результати також стають важливими в обґрунтуванні компетентнісно орієнтованої методичної системи підготовки майбутнього вчителя математики профільної школи [1]. Ряд дослідників, зокрема О. С. Чашечнікова [24], О. І. Матяш [13] підкреслюють тісний зв'язок математичної та методичної компетентності учителя математики.

Використовуючи ідеї методології та технологій моніторингових досліджень якості освіти [2; 4; 9; 12] у нашій роботі [6] описується апробація моніторингу динаміки математичної грамотності учнів загальноосвітніх навчальних закладів, а в статті [8] описується досвід та результати вимірювання рівнів математичної компетентності учителів

Мета статті. Метою статті є побудова моделі для вимірювання рівнів математичної компетентності, обґрунтування методів вимірювання рівнів компетентностей, аналіз апробації та результатів вимірювання індексів математичної компетентності учителів математики та учнів загальноосвітніх навчальних закладів в системі моніторингу математичної грамотності.

Матеріали та методи. Ми будемо виходити з таких основних позицій для формування підходів вимірювання математичної компетентності (МК), що спираються на ідеї, описані в [8].

1. Існує деякий параметр (індикатор рівня математичної компетентності), який інтегрально характеризує математичну компетентність.

2. Індикатор має характеризувати здатність та готовність виконувати певну діяльність в різних умовах.

3. Змістова структура математичної компетентності визначається основними змістовими лініями шкільного курсу математики.

Розглянемо деталізовану класифікацію змістових ліній, наприклад, за моделлю [11]: числа, вирази, елементарні математичні моделі, рівняння, нерівності, алгебраїчні функції та степенева функція, тригонометричні

функції, обернені тригонометричні функції, показникова та логарифмічна функції, прогресії, похідні, інтеграли, комбінаторика, планіметрія (синтетичні задачі), планіметрія (метричні співвідношення), елементи аналітичної геометрії, логічні основи стереометрії, многогранники, тіла обертання, геометричні перетворення. Для кожної лінії розглядаємо інтегрований показник *глибини*, він відображає як змістове наповнення, так і складність завдань. Кожному рівню глибини відповідає певний набір задач. Для лінії L та глибини t відповідний набір задач будемо називати (t,L) – популяцією. Для моделювання компетентності вчителів доцільно розглядати п'ять рівнів глибини. Популяції першого рівня складають задачі достатнього рівня академічного профілю та високого профілю стандарту, другого – високого рівня для академічного та достатнього профільного, третього – високого профільного та достатнього поглибленого, четвертий рівень складають задачі високого поглибленого. Вважаємо також введення п'ятого рівня глибини – йому мають відповідати завдання за змістом, узагальнюючим основні поняття шкільного курсу.

Таким чином, маємо матрицю розміром 5×20 , кожній клітинці якої відповідає своя популяція. Числова модель конкретної компетентності – це числова матриця (t,L) , де число у відповідній комірці – ймовірність людини розв'язати навмання обрану задачу відповідної популяції. Таку матрицю будемо називати базовою матрицею математичної компетентності. У даній роботі ми не будемо обговорювати шляхи її оцінювання. Розглянемо таку величину, як інтегрований індикатор рівня математичної компетентності.

Індикатор рівня математичної компетентності має відображати можливість респондента розв'язувати задачі, що характеризують в основному математичну діяльність. Тому для формування цього індикатора для вчителів ми залишаємо розглядати лише рівень 3(третій рядок матриці). Цей рядок і будемо уявляти як векторну модель математичної компетентності учителя. Компоненти цього вектора-рядка інтерпретуємо в такий спосіб: це число є умовна ймовірність розв'язати навмання обрану задачу відповідної популяції задач. Індикатор рівня математичної компетентності – ймовірність розв'язати задачу обраного рівня (ми обираємо третій). Тоді за формулою повної ймовірності наш індикатор знаходиться як сума добутків компонент обраного вектора-рядка на ймовірності появи задач відповідної лінії. У нашій моделі розподіл ліній будемо вважати рівномірним.

Для моделювання математичної компетентності учнів, очевидно матриці розміром 5×20 недостатньо, так як не враховуються нижні рівні. Їх доцільно додати ще

2. Найнижчий з них і характеризує математичну грамотність.

Очевидно, що при оцінювання математичної грамотності усі змістові лінії не будуть задіяні. Так в [6] учасникам моніторингу, учням 6-10 класів, було запропоновано 12 **однакових** завдань відкритої форми з короткою числовою відповіддю, ймовірність вгадати дорівнює нулю :

1. Завдання на додавання натуральних чисел
2. Завдання на ділення та множення натуральних чисел
3. Завдання на запис десяткового дробу
4. Завдання на дії з цілими числами
5. Завдання на знаходження дробу від числа
6. Завдання на розуміння залежності між величинами
7. Завдання на переведення одних одиниць вимірювання в інші
8. Комбіноване завдання на відсотки
9. Завдання на застосування властивостей пропорції
10. Завдання на знаходження площі
11. Завдання на аналіз графіка залежності
12. Завдання на геометричні вимірювання за допомогою приладів.

Кожне завдання оцінювалося за дихотомічною шкалою.

Вихідним теоретичним припущенням дослідження є факт існування деякої латентної характеристики математичної грамотності учня – індикатора математичної грамотності учня. Вважаємо, що індикатор набуває значення від 0 до 1 та чисельно дорівнює ймовірності розв'язати завдання з бази задач, що складають зміст математичної грамотності. Оцінкою індикатора математичної грамотності (далі-ОІМГ) взято середню кількість виконаних завдань.

У своїй роботі ми використовуємо матеріали пілотного моніторингу математичної грамотності учнів 6-10 класів проведеного у 2016 році в Дніпропетровській області України (963 респонденти). Також використовуються дані, зібрані за 2016 та 2017 роки під час діагностичного тестування учителів математики Дніпропетровської області, які проходили курси підвищення кваліфікації у Дніпропетровському інституті післядипломної педагогічної освіти (190 респондентів). Були використані відомі методи вибіркового досліджень, при обробці даних застосовувались відомі статистичні методи оцінювання, кореляційного аналізу, перевірки статистичних гіпотез про незалежність.

Результати та обговорення. Загальна інформація про результати моніторингу учнів 6-10 класів наведена в таблиці 1 (у стовбчиках частина учнів, що впорались з завданням).

Таблиця 1. Загальні результати моніторингу математичної грамотності

Клас	Номер завдання												ОІМГ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
6	0,73	0,58	0,23	0,44	0,33	0,16	0,33	0,26	0,27	0,10	0,38	0,12	0,33
7	0,84	0,73	0,31	0,49	0,26	0,34	0,56	0,21	0,26	0,18	0,32	0,03	0,38
8	0,81	0,86	0,37	0,57	0,29	0,20	0,64	0,29	0,51	0,32	0,46	0,10	0,45
9	0,77	0,83	0,33	0,50	0,31	0,25	0,61	0,37	0,43	0,32	0,51	0,06	0,44
10	0,90	0,84	0,45	0,68	0,33	0,47	0,75	0,51	0,56	0,54	0,52	0,21	0,56

Нами проведено також порівняння результатів пілотного моніторингу учнів 10 класів та результатів ЗНО з математики учнів 11 класів (випускні класи не брали участь у моніторингу!). Було обрано 21 навчальний

заклад (де у моніторингу брали участь учні 10 класів). Було застосовано статистичні методи дослідження рангової кореляції. Це пов'язано з тим, що бали ЗНО та моніторингу, хоча записані у вигляді чисел, мають, в

цілому, нечислову природу. Візуально можна побачити залежність між двома вибірками даних (Рис. 1).

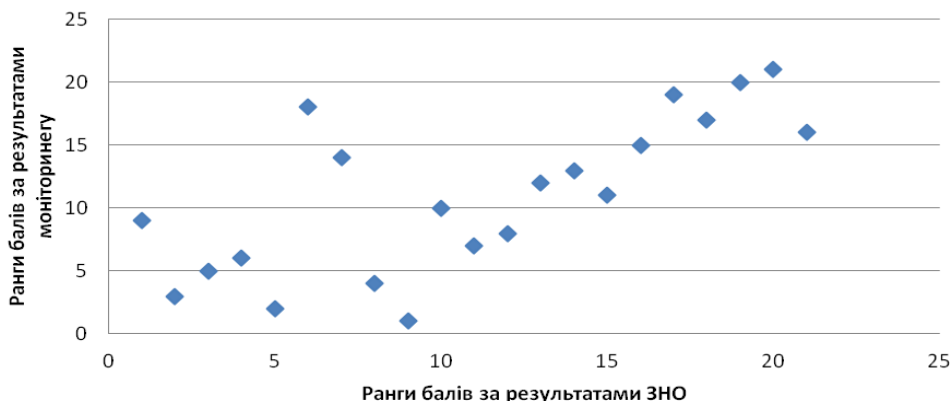


Рис 1. Залежність рейтингами навчальних закладів за результатами ЗНО з математики (за окремою вибіркою) та рейтингом за результатами моніторингу в 10 класах.

За нашими розрахунками коефіцієнт рангової кореляції Спірмена $r_s = 0,72$. Обчислення статистики $G_s = r_s \sqrt{n-2} (1-r_s^2)^{-0,5}$ (вона має розподіл Стьюдента з $n-2$ степенями свободи) дає значення 4,47, відповідний $2p$ -level складає наближено $2,5 \cdot 10^{-4}$. Усе це дає підстави стверджувати про можливість відхилення нульової гіпотези на достатньо малих рівнях значущості. Отже, за критерієм Спірмена, зв'язок між результатами ЗНО та моніторингу суттєвий. Перевірялася також гіпотеза про значущість коефіцієнта Кендала. Відповідна статистика, що має стандартний нормальний розподіл, набуває значення 3,38, що дає $2p$ -level наближено $7,1 \cdot 10^{-4}$.

Таким чином, можна зробити висновок, що за відсутністю суттєвих спотворень на місцях при проведенні моніторингу, існує тісний зв'язок між результатами ЗНО та моніторингу з математики. Характер цього зв'язку, його чисельні характеристики та прогностичні можливості потребують подальших досліджень.

Як було вище сказано, запропоновану нами модель можна використовувати і для оцінювання математичної компетентності учителів математики. У [8] пропонується застосування байєсівського підходу для оцінювання латентного параметру ω – рівня математичної компетентності [13]. Після проведених розрахунків отримано емпіричний розподіл для оцінок параметру ω . (Рис. 2)



Рис.2. Розподіл значень байєсівських оцінок індикаторів рівня МК

Досліджувалася залежність між рівнем математичної компетентності, отриманого в результаті тестування вчителів та їх кваліфікаційними категоріями за методикою [22, с.291-295]. Для коректного використання критерію Пірсона, як критерію незалежності, дані було

згруповано в агреговану таблицю спряженості (Таблиця 2)

Таблиця 2. Агрегована таблиця спряженості «Зарховані бали - категорії»

Бали	Категорії	
	спеціаліст; друга; перша	вища
0-12	41	34
13-20	19	85

У нашому випадку відхилення Пірсона $\Delta = 39,6$. «Вага» відповідного правого хвоста розподілу χ_1^2 дорівнює $3,3 \cdot 10^{-10}$ (практично 0). Отже для реальних рівнів значущості гіпотеза про незалежність відхиляється.

Висновки. Запропонований нами показник – індикатор математичної грамотності учнів, як показано нами, дозволяє аналізувати динаміку математичної грамотності учнів окремих регіонів з використанням квазіпанельних даних (однакові завдання для учнів усіх паралелей). Запропонована технологія вимірювання середніх для індикатора математичної грамотності показала свою доцільність. Чітко простежуються деякі тенденції, що свідчать про слабку динаміку основних характеристик математичної грамотності для учнів різних вікових категорій. За нашими оцінками індекс математичної грамотності (ймовірність успішно розв'язати довільну задачу з блоку базових задач) змінюється від 0,34 до 0,54. Показано, що за відсутністю суттєвих спотворень на місцях при проведенні моніторингу, існує тісний зв'язок між результатами ЗНО та моніторингу з математики в невідпускних класах одного навчального закладу. Отже, діагностика лише математичної грамотності має високі прогностичні можливості аналізу ефективності навчання математики в одному навчальному закладі.

Матрична модель для вимірювання математичної компетентності дозволяє вводити індикатори математичної компетентності, що характеризують ймовірності розв'язати довільну задачу для даного профілю компетентності. Запропонований спосіб оцінювання індикатора рівня математичної компетентності для вчителів математики різних категорій дає в основному очікувані результати, що підтверджуються попередніми спостереженнями. За нашими оцінками мода індикатора знаходиться в діапазоні від 0,4 до 0,6. Відсоток вчителів з високим індикатором не перевищує 15%, частина респондентів індикатором не більше 0,4 близько 25% (час-

тина з них з вищою категорією). У той же час гіпотеза про незалежність набраних балів і категорій респондентів не підтвердилася.

ЛІТЕРАТУРА

- Акуленко І.А. Компетентнісно орієнтована методична підготовка майбутнього вчителя математики профільної школи (теоретичний аспект) : монографія / І. А. Акуленко. – Черкаси : Видавець Чабаненко Ю., 2013. – 460с.
- Байназарова О. Система моніторингу якості освіти на регіональному рівні // Моніторингові дослідження як інформаційна база в системі управління якістю освіти: матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції [Луцьк, 29–30 березня 2005 р.] – Луцьк: Волинський інститут післядипломної педагогічної освіти, 2005. – 129 с.
- Вимірювання та управління якістю освіти / [упоряд. Т.О.Лукина]. – К.: Проект «Рівний доступ до якісної освіти», 2008. – 50 с.
- Гриневич Л. Організаційно-методичні засади побудови системи моніторингу якості освіти на регіональному рівні: на прикладі центру моніторингу столичної освіти м.Києва: наук.-метод.посібник / Л. Гриневич, О.Линовицька. – К.: Київ. ун-т імені Б.Гринченка, 2011. – 112 с.
- Кірман В. К. Побудова тестових завдань для діагностики конструктивних геометричних навичок / В. К. Кірман // Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання дисциплін природничо-математичного циклу “ТМ*ПІЛЮС - 2014”, частина 1. Міжнародна дистанційна науково-методична конференція з міжнародною участю: матеріали конференції 20-21 березня 2014 р. – Суми, 2014. – С. 35–37.
- Кірман В. К. Експериментальна апробація технологій моніторингу математичної грамотності / В. К. Кірман, Л. Т. Швидун // Наукові записки Кіровоградського державного педагогічного університету. Випуск 10. Серія: Проблеми методики фізико-математичної і технологічної освіти. Частина 1 – 2016. – Випуск 10. – Кропивницький. – С. 52 – 64.
- Кірман В. К. Про побудову розподіленого статистичного індикатора якості математичної освіти без апіорної інформації/ В. К. Кірман // Матеріали Міжнародної науково-методичної конференції “Проблеми математичної освіти ПМО 2015”, 4 – 5 червня 2015 р. – Черкаси, 2015. – С. 49 – 51.
- Кірман В. К. Векторна модель математичної компетентності учителя математики та підходи до її ідентифікації/ В. К. Кірман // Актуальні питання природничо-математичної освіти. Збірник наукових праць.– Суми, 2017. – №10. – С 57-69
- Крутії К. Моніторинг як сучасний засіб управління якістю освіти в дошкільному навчальному закладі / К. Крутії. – Запоріжжя: ТОВ «ІППС», 2006. – 172 с.
- Кузьмінський А. І. Наукові засади методичної підготовки майбутнього вчителя математики : [монографія] / А. І. Кузьмінський, Н. А. Тарасенкова, І. А. Акуленко. – Черкаси : Вид. від. ЧНУ ім. Б. Хмельницького, 2009. – 320 с.
- Лагно В. І. Математика, тести 5 –12 класи: Посібник/ В. І. Лагно, О. А. Москаленко, В. О. Марченко – К.: Акадємвидав, 2008. –320с.
- Ляшенко О. Концептуальні засади моніторингу якості освіти / О. Ляшенко // Моніторинг якості освіти: світові досягнення та українські перспективи / [За заг. ред. О. І. Локшиної]. — К.: К.І.С, 2004. – С. 21-27.
- Матяш О. І. Теоретичні та методичні засади формування методичної компетентності майбутнього вчителя математики до навчання учнів геометрії: монографія / О. І. Матяш. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2013. – 450 с.
- Моклячук М. П. Лекції з теорії вибору та прийняття рішень/ М. П. Моклячук – К.: ВПЦ «Київський університет», 2007. – 256 с.
- Моніторингова система освітнього менеджменту / [упоряд. І. В. Маслікова]. – Х.: Вид. група «Основа», 2005. – 144 с.
- Нічуговська Л. Математична грамотність у європейському вимірі / Л. Нічуговська // Постметодика. - 2009. - № 5/6. - С. 57-63. - Бібліогр.: 7 назв. - укр.
- Раков С.А. Формування математичних компетентностей випускника школи як місія математичної освіти // Математика у школі. – К.: Педагогічна преса, 2005. – №5. – С. 10 – 13.
- Раков С.А. Математична освіта: компетентнісний підхід з використанням ІКТ : монографія / Раков С. А. – Х. : Факт, 2005. – 360 с.
- Скворцова С. О. Професійна компетентність вчителя: зміст поняття / С. О. Скворцова // Наука і освіта. – 2009. – №4. – С. 93-96.
- Тарасенкова Н. А. Зміст і структура математичної компетентності учнів загальноосвітніх навчальних закладів/ Н. А. Тарасенкова, В. К. Кірман// Математика в школі. – 2008. – № 6. – С. 3–9.
- Тарасенкова Н. А. Засоби перевірки математичної компетентності в основній школі/Н. А. Тарасенкова, І. М. Богатирьова, О. М. Коломієць, З. О. Сердюк // Science and education a new dimension, – III (35). Issue: 71. – Budapest: SCASPEE, 2015 – P. 21-25.
- Турчин В. М. Теорія ймовірностей і математична статистика. Основні поняття, приклади, задачі: Підручник / В. М. Турчин – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2006. – 476 с.
- Фетисов В. С. Основные требования к компьютерным системам тестирования знаний (КСТЗ). – Педагогические измерения, 2011, №3, с. 39-48.
- Чашечникова, О.С. Інноваційні підходи до підготовки майбутнього вчителя математики. Навчання елементарної математики / О.С. Чашечникова, Є.А. Колесник // Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології. – 2014. – № 8 (42). – С. 262 – 269.
- Чашечникова О.С. Деякі аспекти формування математичної грамотності учнів / О.С. Чашечникова, М.В. Мельникова, Л.В. Носаченко, Ю.М. Тверезовська, Н.О. Шевченко // Розвиток інтелектуальних умінь і творчих здібностей учнів та студентів у процесі навчання математики: Матеріали Всеук. наук.-метод. конф. (3-4 грудня 2009 р., м. Суми). – Суми: Вид-во СумДПУ імені А.С.Макаренка, 2009. – С. 103-105.
- Шкільний О.В. Основи теорії та методики оцінювання навчальних досягнень з математики учнів старшої школи в Україні: Монографія. / О.В.Шкільний. – К.: вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. – 424 с.
- Ярошук Л. Г. Основи педагогічних вимірювань та моніторингу якості освіти: навчальний посібник / Л. Г. Ярошук – Бердянськ : Видавець Ткачук О. В., 2010. – 248 с.

REFERENCES

- Akulenko I.A. Competently oriented methodical preparation of the future teacher of mathematics for the profile school (theoretical aspect): monograph / I.A. Akulenko. - Cherkasy: Publisher - Chabanenko Yu., 2013 – p. 460.
- Bainazarova O. The system of the education quality monitoring at the regional level // Monitoring research as an information base within the system of education quality management: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference [Lutsk, March 29-30, 2005] - Lutsk: Volyn Institute for Postgraduate Pedagogical Education, 2005. – p.129.
- Measurement and quality management of education / [ed. T.O. Lukina]. – K., The project "Equal Access to the Quality Education", 2008. – p. 50.
- Grynevych L. Organizational and methodical principles of constructing a monitoring system for the quality education at the regional level: using the example of the Center for monitoring Kyiv metropolitan education: science-methodical manual / L. Grinevich, O. Lynovytska. - K: Kyiv. B. Grinchenko University,

2011. – p.112.
5. Kirman V.K. Construction of test tasks for diagnosis of constructive geometric skills / V.K. Kirman // Development of intellectual abilities and creative skills of pupils and students in the process of teaching the natural and mathematical sciences ITM * PLUS - 2014, part 1. International Distance scientific and methodological conference with international participation: conference materials March 20-21, 2014 - Sumy, 2014. - P. 35 -37.
 6. Kirman V.K. Experimental Approbation of Technologies for Mathematical Literacy Monitoring / V.K. Kirman, L.T. Shvydun // Scientific notes of Kirovograd State Pedagogical University. Issue 10. Series: Problems of Methodology for Physical-Mathematical and Technological Education. Part 1 - 2016. - Issue 10. - Kropivnitsky. - P. 52 - 64.
 7. Kirman V.K. About the construction of a distributed statistical indicator of the quality of mathematical education without a priori information / V.K. Kirman // Materials of the International Scientific and Methodical Conference "Problems of Mathematical Education, (PME) 2015", June 4-5, 2015 – City of Cherkasy, 2015. - P. 49 - 51.
 8. Kirman V.K. Vector model of mathematical competence of the maths teacher, and approaches to its identification / V.K. Kirman // Topical issues of natural and mathematical education. Collection of Scientific Works. - Sumy, 2017. – p. 57-69.
 9. Krutyi K. Monitoring as a Modern Instrument for Education Quality Managing in a Preschool Educational Institution / K. Kruty. - Zaporizhia: LLC "LIPS", 2006. – p.172.
 10. A.I. Scientific principles of mathematics masters methodical preparation: [monograph]/A.I. Kuzminskiy, N. A. Tarasenkova, I. A. Akulenko. - Cherkasy: Ed. ChNU named after B. Khmelnytsky, 2009. – p. 320.
 11. Lagno V.I. Mathematics, tests 5 -12 grades: Manual / V.I. Lagno, O.A. Moskalenko, V.O. Marchenko - K.: Akkademvydav, 2008. – p.320.
 12. Lyashenko O. Conceptual Principles for Monitoring of the Education Quality / O. Lyashenko // Monitoring of the Education Quality: World Achievements and Ukrainian Prospects / [General editorship: O.I. Lokshina]. - K.: K. I. C., 2004. - P. 21-27.
 13. Matyash O.I. Theoretical and methodical principles of forming the methodical competence of the future mathematics teaching the geometry: monograph / O.I. Matyash. - Vinnytsya: LLC "Nilan-LTD.", 2013. – p. 450.
 14. Moklyachuk M.P. Lectures on the theory of choice and decision making / M.P. Moklyachuk - K.: VPC "Kyiv University", 2007. – p.256.
 15. Monitoring system of educational management / [ed. by I.V. Maslikov]. - X View. Group "Osnova", 2005 – P. 144.
 16. Nichugovskaya L. Mathematical Literacy in the European Dimension / L. Nichugovskaya // Postmethodics. - 2009. - No 5/6. - P. 57-63. – Bibliograph.: 7 titles. – ukr.
 17. Rakov S.A. Formation of mathematical competences as a mission of mathematical education // Mathematics in school. - K.: Pedagogical Press, 2005. - №5. - P. 10 - 13.
 18. Rakov S.A. Mathematical Education: A Competency Approach Using ICT: Monograph / Rakov S.A. - X.: Fact, 2005. – p.360.
 19. Skvortsova S.O. Professional competence of the teacher: the content of the concept / S.O. Skvortsova // Science and education. - 2009. No 4. - P. 93-96.
 20. Tarasenkova N.A. Contents and structure of mathematical competence in educational institutions / N.A. Tarasenkova, V.K. Kirman // Mathematics in schools. - 2008. - No 6. - P. 3-9.
 21. Tarasenkova N.A. Instruments for checking mathematical competence in primary school / N.A. Tarasenkova, I. M. Bogatyreva, A. M. Kolomiyets, Z. O. Serdyuk // Science and education a new dimension, - III (35). Issue: 71. - Budapest: SCASPEE, 2015 - P. 21-25.
 22. Turchin V.M. Probability Theory and Mathematical Statistics. Basic concepts, examples, tasks: Textbook / V.M. Turchin – Dnipropetrovsk National University, 2006. – p. 476.
 23. Fetisov V.S. Basic Requirements for Computer Testing Systems (CTS). - Pedagogical concepts, 2011, No 3, P. 39-48.
 24. Chashechnikova, O.S. Innovative approaches to preparation of the future teacher of mathematics. Elementary Mathematics Education / O.S. Chashechnikova, E.A. Kolesnik // Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies. - 2014 - No. 8 (42). - P. 262-269.
 25. Chashechnikova O.S. Some aspects to form the students' mathematical literacy / O.S. Chashechnikova, M.V. Melnikova, L.V. Nosachenko, Yu.M. Tyrezovskaya, N.O. Shevchenko // Development of intellectual abilities and creativity of pupils and students in the process of teaching mathematics: Materials of All-Ukrainian Scientific and Methodical Conference (3-4 December 2009, Sumy). - Sumy: View of the Sumy State University named after A.S. Makarenko, 2009. - P. 103-105.
 26. Shkolnyi O.V. Fundamentals of the Theory and Methodology of Educational Achievements Evaluation in Mathematics of High School of Ukraine: Monograph. / O.V.Shkolnyi. - K.: Ed. of Drahomanov NPU, 2015. – p. 424.
 27. Yaroshchuk L.G. Fundamentals of Pedagogical Measurement and Monitoring of Education Quality: Textbook / L.G. Yaroshchuk - Berdyansk: Publisher Tkachuk O.V., 2010. – p. 248.

Approaches to the parameters of mathematical models competence evaluation

V. K. Kirman

Abstract. The article is devoted to the construction of a conceptual model of mathematical competence and its substantiation. Approbation is described including the identifying components of models based on common methodological approaches, while using different organizational and technological mechanisms involving maths masters and students of general education institutions. The proposed matrix metamodel of mathematical competence reflects the main content directions and complexity levels. Normative vector model corresponds to a certain level of compilation. An indicator of mathematical competence level is introduced by the following factors - probability of solving the certain task of corresponding difficulty level provided uniform types of conditions are presented; the indicator of quantitative literacy is considered as an indicator of mathematical competence. There are assessments of mathematical competence indicators regarding pupils and teachers of general educational institutions presented.

Keywords: *sampling analysis, mathematical competence, quantitative literacy, monitoring, testing.*

Подходы к оцениванию параметров моделей математической компетентности

В. К. Кирман

Аннотация. Статья посвящена построению концептуальной модели математической компетентности и ее обоснованию. С единых методологических позиций, но с использованием различных организационно-технологических механизмов описывается апробация идентификации компонентов моделей для учителей математики и учащихся общеобразовательных учебных заведений. Предложенная матричная метамодель математической компетентности отражает основные содержательные линии и уровни сложности. Нормативная векторная модель соответствует определенному уровню сложности. Вводится индикатор уровня математической компетентности – вероятность решения произвольной задачи соответствующего уровня сложности при равномерном распределении типов, предложено использование индикатора математической грамотности, как индикатора математической компетентности соответствующего уровня. Приводятся оценки индикаторов математической компетентности учащихся и учителей общеобразовательных учебных заведений.

Ключевые слова: *выборочные исследования, математическая компетентность, математическая грамотность, мониторинг, тестирование.*