

13.00.00 ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

13.00.00 PEDAGOGICAL SCIENCES

УДК 372.8
ББК 74.0

DOI: 10.25683/VOLBI.2020.53.417

Valeev Ilmir Irekovich,
Post-graduate Student, Assistant of the Department
of Bilingual and Digital Education,
Kazan (Volga Region) Federal University,
Russian Federation, Republic of Tatarstan, Kazan,
e-mail: iivaleev01@yandex.ru

Валеев Ильмир Ирекович,
аспирант, ассистент кафедры билингвального
и цифрового образования,
Казанский (Приволжский) федеральный университет,
Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань,
e-mail: iivaleev01@yandex.ru

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ГРАМОТНОСТЬ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ И РАЗВИТИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ

FUNCTIONAL MATHEMATICAL LITERACY AS THE BASIS OF FORMATION AND DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL COMPETENCE

13.00.01 — Общая педагогика, история педагогики и образования

13.00.01 — General pedagogy, history of pedagogy and education

Актуальность данной статьи обусловлена тем, что интенсивное применение математических знаний не только в различных областях науки, но и в повседневной жизнедеятельности требует обращения к вопросу о необходимости формирования функциональной математической грамотности обучающихся, начиная со школьной скамьи. Цель статьи заключается в обосновании теоретических аспектов формирования функциональной математической грамотности учащихся на основе развития математической компетенции. Как показал анализ литературы, сущность понятий «функциональная грамотность» и «математическая грамотность» определяет содержание понятия «функциональная математическая грамотность». Авторами рассмотрена структура и проанализированы результаты крупнейших международных исследований PISA и TIMSS за последний период их проведения, а также приведены решения типовых задач. На основе исследований дана оценка уровня развития математической грамотности и качества математической подготовки российских учащихся. Выявлены требования, предъявляемые к современному функционально грамотному школьнику. Описана уровневая модель математической компетентности школьников, на основе которой разобраны задания из PISA по математической грамотности на соответствующие уровни. Авторы приходят к выводу, что результаты международных исследований могут указать на ряд слабых мест в подходах к математической подготовке российских школьников, которые необходимо устранить и учитывать при проектировании образовательного процесса и составлении учебных программ, как для учащихся так и для будущих учителей математики. Результаты исследования позволяют говорить о том, что исследования PISA и TIMSS выполняют роль инструментов оценки общего состояния математической подготовленности школьников. Статья может представлять интерес для учителей математики и специалистов, занимающихся изучением вопросов математической подготовки школьников.

The urgency of this article is explained by the fact that intense use of mathematical knowledge in different scientific areas and in everyday life requires appeal to the issue of necessity of development of functional mathematical literacy of students starting from school. The goal of the article is in justification of theoretical aspects of development of the functional mathematical literacy of students based on development of mathematical competence. The analysis of literature demonstrated that the essence of concepts functional literacy and mathematical literacy determines the content of the concept functional mathematical literacy. The authors examined the structure and analyzed results of the largest international researches PISA and TIMSS for the recent period of their performance, as well as presented solutions of typical tasks. Based on the research, assessment of the level of development of mathematical literacy and the quality of mathematical training of the Russian students is provided. Requirements to the up-to-date functionally literate school-child are provided. The level model of mathematical competence of school children is described, on which basis the tasks from PISA are developed in mathematical literacy for appropriate levels. The authors concluded that results of the international researches can indicate the number of weaknesses in the approaches to mathematical training of the Russian school children, which should be eliminated and taken into account in designing the educational process and in development of educational programs for school children, as well as for the future teachers of mathematics. Results of research allow speaking about the fact that researches PISA and TIMSS are the tools of assessment of the general state of mathematical training of school children. The article can be of interest for teachers of mathematics and experts involved in examination of the issues of mathematical training of school children.

Ключевые слова: математическое образование, функциональная грамотность, математическая грамотность, функциональная математическая грамотность, математическая компетенция, PISA, TIMSS, ФГОС, математическая подготовка, математические знания.

Keywords: mathematical education, functional literacy, mathematical literacy, functional mathematical literacy, mathematical competence, PISA, TIMSS, Federal state educational standard, mathematical training, mathematical knowledge.

Введение

Актуальность. В современном обществе математика стала одним из основных способов решения многих жизненных вопросов человечества. Проблемы, связанные с организацией производства, выбором оптимальных решений, анализом экономических ситуаций и другими немаловажными процессами нашей жизнедеятельности, решаются благодаря математическим методам. Интенсивное применение математических знаний в различных областях науки является одним из показателей роста престижности математического образования.

Знания и навыки учителей математики, сформированные в вузе, и, как следствие, образовательные результаты учащихся не всегда соответствуют реальным жизненным требованиям, с которыми приходится сталкиваться в повседневной жизни. Поэтому основной целью школьного образования должно выступать обучение умению переносить математические знания и навыки, приобретенные в стенах школы, на любую другую область. Реализация этой цели подразумевает необходимость формирования функциональной математической грамотности и математической компетенции учащихся.

Изученность проблемы. В рамках исследуемого вопроса было проведено немало теоретических и эмпирических исследований, в которых ученые говорят о необходимости обучения учащихся умению переносить знания из области математики в любую другую область. Различные аспекты этих умозаключений отражены в научных трудах таких зарубежных исследователей, как Р. Энгл [1], Р. Диксон [2], а также в работе Ю. Тюмевой [3]. Кроме того, умения переносить знания необходимы и при моделировании — описании объекта или процесса на языке математики. По мнению немецких исследователей В. Блюма и Р. Ферри [4], применение математического моделирования способствует развитию математической компетенции учащихся. Уровень сформированности математической компетенции обучающихся частично прослеживается и в исследованиях, проведенных на основе анализа результатов международных исследований PISA и TIMSS.

Целесообразность. Формирование математической компетенции представляет собой непрерывный процесс и осуществляется на всех звеньях системы образования. Приоритетной целью в системе школьного образования сегодня становится развитие у обучающихся функциональной грамотности, которая становится актуальным результатом образования. Тот факт, что современная математика активно проникла во все сферы человеческой деятельности, требует размышлений о формировании функциональной математической грамотности.

Научной новизной при формировании функциональной математической грамотности учащихся является понимание данного процесса в качестве основы формирования их математической компетенции. Обращение к уровневой модели математической грамотности международного исследования PISA и методике оценки математической подготовки школьников мониторинга TIMSS позволяет получить объективную информацию о состоянии качества

математического образования в целом, что, в свою очередь, предоставляет возможность дальнейшего его улучшения.

Цель исследования — обоснование теоретических аспектов формирования функциональной математической грамотности на основе развития математической компетенции.

Задачи исследования:

1. Рассмотреть и проанализировать понятие «функциональная математическая грамотность».
2. Выявить требования, предъявляемые к современному функционально грамотному школьнику.
3. Проанализировать структуру и результаты международного исследования PISA в отношении уровня развития функциональной грамотности и мониторинга TIMSS в части математической подготовки учащихся.

Теоретическая значимость заключается в раскрытии сущности функциональной математической грамотности учащихся в процессе формирования и развития их математической компетенции.

Практическая значимость. Обращение к результатам крупнейших международных исследований PISA и TIMSS позволяет определить уровень сформированности функциональной грамотности и математической подготовки российских учащихся. Анализ результатов этих исследований оказывает хорошее влияние на совершенствование качества отечественного математического образования.

Основная часть

Рассмотрение понятия «функциональная математическая грамотность» сопровождалось обращением к таким понятиям, как «функциональная грамотность» и «математическая грамотность». Одной из составляющих функциональной грамотности выступает математическая грамотность, которая предполагает способность обучающихся формулировать, применять и интерпретировать математику в разнообразных контекстах. Математическая компетенция включает математические рассуждения, использование математических понятий, процедур, фактов и инструментов с целью описывать, объяснять и предсказывать явления.

Г. Ковалева [5] рассматривает математическую грамотность как способность человека определять и понимать роль математики в мире, в котором он живет, высказывать хорошо обоснованные математические суждения и использовать математику так, чтобы удовлетворять в настоящем и будущем потребности, присущие созидательному, заинтересованному и мыслящему гражданину. Данное определение имеет сходство с определением функциональной грамотности, предложенным А. Леонтьевым [6]: «Функционально грамотный человек — это человек, который способен использовать приобретаемые в течение жизни знания, умения и навыки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах человеческой деятельности, общения и социальных отношений».

В словаре терминов Э. Азимова [7] функциональная грамотность определяется как способность человека вступать в отношения с внешней средой и максимально быстро адаптироваться и функционировать в ней. Н. Виноградова [8] предъявляет к функционально грамотному школьнику следующие требования:

1. Готов к успешному взаимодействию с изменениями окружающего мира.
2. Умеет решать нестандартные учебные и жизненные задачи.

3. Способен строить социальные отношения.

4. Владеет рефлексивными умениями, которые обеспечивают оценку своей грамотности.

5. Стремится к дальнейшему образованию.

Функциональная грамотность школьников становится актуальным результатом образования. Сейчас показатели результативности и качества образования, помимо в общепринятых в России государственной итоговой аттестации, национальных исследований, всероссийских проверочных работ, возможно проследить и в крупнейших международных исследованиях, таких как PISA и TIMSS. В 2019 г. по приказу Министерства просвещения Российской Федерации [9] были утверждены методологии и критерии оценки общего образования на основе практики этих международных исследований.

В рамках реализации федерального проекта «Современная школа», включенного в национальный проект «Образование», перед общеобразовательными учреждениями была поставлена глобальная цель — обеспечение конкурентоспособности российского образования и вхождение в число 10 ведущих стран мира по качеству общего образования в рейтингах крупнейших международных исследований TIMSS и PISA. Выдвинутая цель ставит задачу внедрить на уровнях основного общего и среднего общего образования новые методы обучения и воспитания, образовательные технологии, обеспечивающие освоение обучающимися базовых навыков и умений, повышение их мотивации к обучению и уровня вовлеченности в образовательный процесс.

В мониторинге PISA смысл понятия «функциональная грамотность» заложен в содержание вопроса, на получение ответа которого и направлено исследование: обладают ли учащиеся 15-летнего возраста, которые получили общее образование, знаниями и умениями, необходимыми им для полноценного функционирования в современном обществе, т. е. для решения широкого спектра задач в самых разных сферах человеческой жизнедеятельности, общения и социальных отношений? [10].

В отношении математической компетенции функционально грамотного школьника можно охарактеризовать как способного выполнить следующую цепочку действий: распознавать проблемы окружающей действительности, формулировать их на языке математики, решать их, применяя математические методы, анализировать использованные методы, интерпретировать полученные результаты с учетом поставленной проблемы и формулировать результаты решения.

Подводя итог анализа понятий «функциональная грамотность» и «математическая грамотность», можно определить со смыслом, вкладываемым в понятие «функциональная математическая грамотность», которым выражается способность человека выявлять и понимать роль математики в окружающем мире, высказывать математические суждения и использовать математику так, чтобы удовлетворить потребности, свойственные созидательному и мыслящему гражданину.

В понимании К. А. Краснянской и Л. О. Денищевой [11], функциональная математическая грамотность подразумевает формирование математической компетенции с помощью специально разработанной системы задач:

1-я группа — задачи, требующие воспроизведения фактов и методов, выполнения вычислений;

2-я группа — задачи, в которых необходимо устанавливать связи и интегрировать материал из разных областей математики;

3-я группа — задачи, требующие выделения проблемы в жизненных ситуациях, которые решаются с помощью средств математики, с дальнейшим созданием модели решения.

В основу ФГОС ВПО 3+, вступивших в силу в 2010 г., заложено важнейшее положение: вуз имеет достаточную свободу при формировании своих образовательных программ. Есть *федеральная составляющая* программы — это обязательные дисциплины, которые составляют базу подготовки бакалавра, и есть *вариативная*, исходящая из условий регионального рынка и специфики вуза. Направленность образовательных программ на результат позволяет задуматься о смене традиционных методов проверки знаний и умений на другие, дающие возможность оценивать компетенции — способности студентов практически использовать знания в процессе решения профессиональных задач. Особый интерес в этом вопросе представляет опыт международного исследования PISA, где дают оценку именно уровню компетенции [12]. Программа PISA включает в себя оценку навыков школьников 15-летнего возраста. Исследование можно назвать своего рода уникальным, так как кроме степени усвоения учебного материала в нем оценивается и функциональная грамотность — способность применять приобретенные навыки и знания в самых разных ситуациях повседневной жизнедеятельности. PISA включает в себя оценку математической, естественнонаучной и читательской грамотности [12].

Каждое задание в исследовании представляет собой текст, описывающий некую нестандартную ситуацию или проблему. Тексты сопровождаются вопросами разной сложности (от 1 до 6). Здесь оцениваются способности учащихся в разрезе использования знаний в соответствующей предметной области, понимания ситуации и решения проблем (при их наличии) [12]. В рамках проведения исследования используются различные формы заданий.

Модель математической грамотности PISA (рис. 1) представляет собой циклический процесс, который описывается четырьмя действиями в реальном и математическом мирах.



Рис. 1. Модель математической грамотности PISA

В представленной модели функциональная математическая грамотность отвечает за способность учащихся определять и понимать конкретную проблему в реальном мире, выражать четко обоснованные математические суждения, применять математику для удовлетворения своих потребностей.

Уровневая модель математической компетентности школьников представлена в табл. 1. Данную модель можно сопоставить с предложенными К. А. Краснянской и Л. О. Денищевой группами специально разработанной системы задач

для формирования математической компетенции, которые были рассмотрены выше. Другими словами, для овладения первым уровнем математической компетентности необходи-

мо справиться с задачами 1-й группы, для второго — с задачами, представленными во 2-й группе, и третий уровень требует выполнения заданий из 3-й группы задач.

Таблица 1

Уровневая модель математической компетентности школьников

Уровень компетентности	Сущность уровня	Характеристика
1	Воспроизведение, определения, вычисления	Первый уровень компетентности включает знание фактов, воспроизведение свойств, определение эквивалентных математических объектов, выполнение стандартных процедур, применение стандартных алгоритмов и развитие технической стороны алгоритмических умений
2	Связи и интеграция с целью решения поставленной проблемы	Второй уровень компетентности включает проявление умений представлять имеющуюся в условии заданий информацию в соответствии с данной ситуацией и согласно вопросу, поставленному в задаче
3	Математизация, математическое мышление, обобщение, интуиция	Третий уровень компетентности включает умение узнавать и извлекать из условия задачи математическую часть и использование математики для решения проблемы, а также способность самостоятельной разработки, анализа и интерпретации созданной математической модели ситуации, разработки своего способа решения и его математической аргументации

Рассмотрим пример задания из PISA по математической грамотности, на основе которого можно выделить задания по соответствующим уровням математической компетентности.

Пример. Фермер на садовом участке высаживает яблонь в форме квадрата. Для защиты яблонь от ветра по краям участка фермер сажает хвойные деревья. На рис. 2 изображены схемы посадки яблонь и хвойных деревьев для нескольких значений n , где n — количество рядов высаженных яблонь. Эту последовательность можно продолжить для любого числа n .

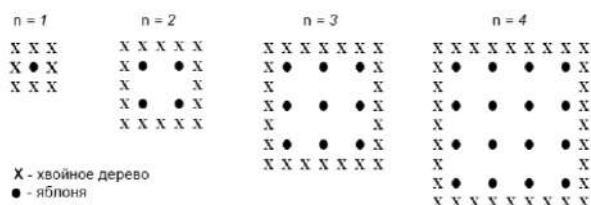


Рис. 2. Схемы садового участка из задания PISA

Более простые виды деятельности, представленные на первом уровне математической компетентности, определяются с помощью заданий с выбором ответа или высчитыванием соответствующих значений.

Задание 1. Заполните таблицу (табл. 2).

Таблица 2

Задание 1

n	Количество яблонь	Количество хвойных деревьев
1	1	8
2	4	?
3	...	?
4	n	?

В ходе выполнения задания от учащихся требуется выполнение стандартных процедур и применение стандартных алгоритмов.

Сформированность умений, характерных для второго уровня математической компетентности, можно оценить

после выполнения более сложного задания, предложенного на основе условия той же задачи про садовый участок с яблонями и хвойными деревьями.

Задание 2. В рассмотренной выше последовательности количество посаженных яблонь и хвойных деревьев подсчитывается следующим образом:

$$\text{количество яблонь} = n^2,$$

$$\text{количество хвойных деревьев} = 8n,$$

где n — число рядов высаженных яблонь.

Для какого значения n число яблонь будет равно числу посаженных вокруг них хвойных деревьев?

В этом задании решение требуется записать в специально отведенное для этого поле, продемонстрировав способность представлять имеющуюся в условии задачи информацию в соответствии с данной ситуацией и согласно вопросу.

Третий уровень математической компетентности определяется на основе более сложного задания, продолжающего историю с садовым участком.

Задание 3. Предположим, что фермер решил постепенно увеличивать число рядов яблонь на своем участке. Что при этом будет увеличиваться быстрее: количество высаживаемых яблонь или количество хвойных деревьев? Учащимся необходимо записать объяснение своего ответа.

Выполнение этого задания включает проверку математического мышления, умения обобщать, глубоко понимать, использовать интуицию, анализировать предложенную ситуацию для выделения в ней проблемы, которая решается средствами математики, и формулирования этой проблемы.

По итогам исследования PISA от 2018 г. [13] можно заметить интересный феномен: обучающиеся, которые представляли страны, лидирующие в системе высшего образования, расположились не на самых высоких позициях. К примеру, российские школьники расположились на 30-й строчке, американские — лишь на 37-й. Такие показатели, говорящие о наличии серьезных проблем в сфере образования США, Германии, России и ряда других ведущих стран мира, воспринимаются как тревожный сигнал. Вытекающим положением становится понимание того, что отсутствие должного

внимания к вопросу повышения качества школьного образования негативно сказывается на возможности занимать лидирующие позиции в мировых рейтингах. В этом отношении исследование международного уровня PISA позволяет представителям стран, занимающимся разработкой стратегий в сфере образования, видеть перед собой четкие ориентиры для дальнейшей работы в этом направлении.

Как утверждает О. Карпенко [14], роль программы PISA в решении проблем высшего образования сложно переоценить. Проанализируем результаты последнего исследования PISA в контексте этих проблем. Сразу заметим, что показатели российских школьников неутешительны. И дело не в том, что наши результаты хуже относительно некоторых других стран. В этом отношении мы проигрываем самим себе, и это вполне объяснимо с той точки зрения, что в следующем учебном году в вузы пойдут выпускники, которые прошли испытания PISA в 2018 г. (или ранее). Низкая функциональная математическая грамотность этих учащихся будет весьма усложнять реализацию компетентностно-ориентированного подхода в рамках ФГОС ВПО 3+. К тому же здесь имеется в виду средняя по стране математическая грамотность.

В исследовании PISA предусмотрено шесть уровней, и двух нижних уровней не достигли 21,7 % российских учащихся. Можно поймать себя на мысли, что эта категория школьников не пойдет в вузы. В 2018 г. произошло увеличение доли школьников, относящихся к этой категории, на 2,7 %.

Вместе с тем и следующие два уровня — второй и третий — явно недостаточны для поступления на обучение в вуз без дополнительной подготовки. Второй уровень — это минимальное пороговое условие успешного функционирования современного человека в повседневной жизни. Одна четверть от общего числа принявших участие в исследовании российских учащихся попала в эту категорию. Школьники, относящиеся к третьему уровню, способны с помощью текстов ориентироваться в житейских ситуациях. Их количество составляет 27,5 %. И лишь обладатели четвертого и более высоких уровней способны, используя тексты, получать новые знания. Таких школьников в России около 25,9 %, причем доля таких учащихся за три года снизилась на 2,2 %.

Таким образом, уникальное международное исследование PISA, относящееся, на первый взгляд, только к сфере основного образования, можно считать важнейшим инструментом для реализации ФГОС ВПО 3+, закрепивших за собой реализацию компетентностного подхода. Во-первых, методы оценивания, которые используются в PISA, легко спроецировать и на высшую школу. Во-вторых, результаты исследования дают вузам возможность рационально оценить контингент студентов, которых они будут обучать, и тем самым внести соответствующие коррективы при составлении учебных планов и разработке образовательных программ.

В рамках организации исследования PISA в 2021 г. эксперты будут придерживаться нового определения понятия «математическая грамотность», смысл которого отражается в способностях человека математически мыслить, формулировать, применять и интерпретировать математику для решения задач в разнообразных практических контекстах. Одной из приоритетных задач данного понятия будет являться оказание помощи людям в понимании роли

математики в современном мире, а также в принятии решений, характеризующих конструктивных, активных и размышляющих граждан 21 века.

Как показывает мировая практика, изучение математики можно считать фундаментальной составляющей всего школьного обучения. Владение методами математики позволяет эффективно адаптироваться в современном обществе. Кроме того, стремительное развитие современных технологий говорит об увеличении количества профессий, в которых особое внимание уделяется умению профессионально использовать математику и математический стиль мышления. Поэтому оценка качества школьного образования всегда начинается с оценки состояния математического образования.

Крупнейшее мониторинговое исследование TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study) стало первым проектом в мире, дающим странам-участницам объективное представление о состоянии и направлениях развития математического и естественнонаучного образования. Данное исследование проводит Международная ассоциация по оценке учебных достижений IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). Концептуальная модель исследования TIMSS представляет собой схему по оценке планируемого, реализуемого и достигнутого уровня образования.

Основным положением исследования TIMSS для выявления подходов к осуществлению оценки математической подготовки обучающихся стали содержание математического образования и формы учебно-познавательной деятельности, с помощью которых обучающиеся демонстрируют свои навыки и полученные знания. В рамках TIMSS под математической подготовкой учащихся понимается демонстрация при решении стандартных задач из раздела «Знание», «Применение» и «Рассуждение» [15].

Блок заданий «Знание» включает задачи по математике, которые требуют от учащихся академических знаний свойств чисел и простых геометрических фигур, воспроизводства определений и извлечения информации из таблиц, графиков и диаграмм.

Рассмотрим типовой пример. У Олега, Михаила и Сергея есть по 20 попыток, чтобы попасть мячом в баскетбольное кольцо. Заполните недостающие значения.

Таблица 3

Задание		
Имя	Количество удачных попаданий	Процент удачных попаданий
Олег	10 из 20	50 %
Михаил	15 из 20	?
Сергей	? из 20	80 %

При решении данной задачи проверяется умение определять процентное соотношение удачных попаданий от общего количества бросков или обратный перевод.

В ходе выполнения заданий на «Применение» учащиеся должны показать навыки решения математических задач с различными жизненными ситуациями, интерпретации данных таблиц и схем, диаграмм и графиков, проведения экспериментальных работ.

Пример. 400 учащихся заканчивают школу. Из них 50 выпускников планируют поступить в педагогический вуз, 100 учащихся — в строительный институт, 150 —

в медицинский колледж, а остальные планируют стать рабочими. Постройте круговую диаграмму распределения учащихся в соответствии с их выбором. Обозначьте каждый сектор диаграммы.

В процессе работы над этой задачей учащиеся демонстрируют умения не только определять процентное соотношение выпускников, выбравших место дальнейшего обучения, но и способность изобразить соответствующие значение на окружности, применяя высчитанные проценты.

Задания на рассуждение выявляют навыки логического и системного мышления учащихся. Задачи, требующие рассуждений, могут различаться между собой новизной предлагаемой ситуации, сложностью вопроса, количеством шагов решения, необходимостью интегрирования знаний различных разделов.

Рассмотрим предложенную задачу из раздела «Рассуждение».

Пример. За выполнение 4 тестов по математике Артур из 10 возможных баллов получил: 9, 7, 8, 8. Он должен выполнить еще один тест, за который можно получить максимально 10 баллов. Артур хочет, чтобы его средняя оценка по всем тестам была 9 баллов. Есть ли у него возможность это сделать?

В этой задаче проверяется умение находить одну из описательных статистик набора данных — среднее значение. От восьмиклассников требуется разработка подхода к проверке истинности высказывания Артура, используя любой из возможных способов. Например, предположить, что за пятый тест можно получить 10 баллов, затем найти среднее значение баллов, выставленных за 5 тестов, — 8,4, что меньше 9.

Результат последнего исследования, которое проводилось в 2015 г., для российских школьников оказался довольно стабильным. Учащиеся четвертых классов оказались на 7-й позиции по уровню математической подготовки. Восьмиклассники расположились на 6-м месте. Значительно выше оказались представители школ азиатских стран. Разница в баллах — 48, что значительно больше по сравнению с итогами прошлой волны исследования, организованной в 2011 г.

В соответствии с уровнями математической подготовки высшим уровнем обладают 20 % учащихся четвертых классов. Это те школьники, которые могут применить свои знания в разнообразных и достаточно сложных ситуациях и способны объяснять свои действия. Высокий уровень,

который определяется применением учащимися своих знаний и пониманием при решении задач, показали 39 % четвероклассников. Количество учащихся, показавших средний уровень, составляет 30 %. Они могут применить базовые математические знания в простых четко определенных ситуациях. Низкий и самый низкий уровни у 11 % учащихся.

Среди восьмиклассников высшего уровня достигли 14 % учащихся, а высокого — 32 %. Это означает, что учащиеся способны применять свои знания для решения достаточно сложных задач и обосновывать свое решение. Учащиеся, которые могут применять базовые математические знания в разнообразных ситуациях, относятся к среднему уровню и составляют 32 %. Низкий уровень — наличие только некоторых базовых знаний — показали 17 % школьников. Самый низкий уровень оказался у 5 % восьмиклассников, которые владеют лишь фрагментарными математическими знаниями.

Следует также заметить, что российские восьмиклассники значительно отстают от своих сверстников из стран-лидеров, у которых, например, высший и высокий уровни математической подготовки составляют 74...84 % (в России — 46 %), низкий уровень математической подготовки — у 2...7 % иностранных школьников (у российских — 11 %).

Особую ценность международного исследования представляет возможность наблюдать за состоянием математического образования в динамике. Если сравнить данные исследования от 2011 и 2015 гг., то нетрудно заметить, что особых продвижений на математическом поприще у российских школьников не наблюдается. Кроме того, благодаря анализу большого количества информации, которое обрабатывается в рамках организации исследования, можно выявить проблемные места в системе российского образования. Восьмиклассники набирают более низкие баллы по сравнению с учащимися четвертых классов — 538 баллов против 564. Из этого можно сделать предположение о некоем проломном моменте в средней школе.

Интересная картина наблюдается и при анализе результатов по видам учебно-познавательной деятельности (рис. 3). Учащиеся восьмых классов довольно неплохо используют знания при решении стандартных задач, однако плохо справляются с заданиями, где требуется рассуждение. Противоположная ситуация наблюдается у четвероклассников, которые хорошо справляются с заданиями на рассуждение, но испытывают трудности при выполнении заданий из раздела «Знание».



Рис. 3. Динамика результатов российских школьников по математике в TIMSS (виды учебно-познавательной деятельности)

По сравнению с предыдущим исследованием TIMSS от 2011 г. у российских школьников наблюдается снижение интереса к математике. У учащихся четвертых классов интерес к математике значительно выше, чем у восьмиклассников, — 52 % против 19 %. Еще один немаловажный аспект, которому необходимо уделить пристально внимание, — это недовольство российских учителей своей работой, которое было выявлено в рамках исследования TIMSS. Однако при этом учителя отметили, что редко сталкиваются с трудностями в профессиональной деятельности.

Таким образом, исследование TIMSS указывает на ряд слабых мест в подходах к математической подготовке российских школьников, которые необходимо устранить и принимать во внимание при проектировании образовательного процесса и составлении учебных программ, как для учащихся, так и для будущих учителей математики. Результаты проведенного анализа позволяют говорить о том, что исследования PISA и TIMSS выполняют роль инструментов оценки общего состояния математической подготовленности школьников на предмет математических знаний (TIMSS) и во внеакадемическом контексте (PISA). Итак, востребованность участия России в системах мировых исследований подтверждается следующими факторами:

1. Получением объективной информации о состоянии качества образования, что предоставляет возможность дальнейшего его улучшения и принятия мер по повышению конкурентоспособности отечественного образования на международной арене.

2. Потребностью овладения современными методами мировых исследований по качеству образования для повышения педагогической эффективности организуемых федеральных и региональных исследований в России.

Международные сравнительные исследования качества образования оказывают хорошее влияние на совершенствование качества отечественного образования. Анализируя полученные результаты, можно говорить о наличии проблемных аспектов в российской системе образования. Решить проблемы, связанные с повышением ее качества, возможно лишь:

- 1) при использовании комплексных измерений в учебной деятельности обучающихся: переход от решения типовых задач к осуществлению исследовательской деятельности и поиску альтернативных решений;
- 2) переориентацией системы образования на достижение новых результатов, которые связаны с навыками 21 века,

учитывающих функциональную грамотность школьников, мотивацию обучения, а также их стратегию реакции в различных ситуациях и готовность жить в эпоху перемен.

Еще раз обращаясь к результатам российских школьников в исследованиях TIMSS и PISA, следует заметить, что в 2015 г. в мониторинге TIMSS восьмиклассники по уровню математической подготовки заняли 6-е место, набрав 538 балла при среднем значении шкалы в 500. При этом в последнем исследовании PISA от 2018 г. 15-летние отечественные школьники по математической грамотности набрали 488 балла, обеспечив Российской Федерации 30-е место. Наблюдаемый разрыв в баллах во многом определяется тем, что отечественная система образования в большей степени ориентирована на формирование у школьников предметных знаний и умений для решения типовых задач, как правило, фигурирующих в демоверсиях или банках заданий ОГЭ и ЕГЭ, и в меньшей — на развитие функциональной грамотности и способностей переносить полученные математические знания на другой контекст. Еще одной существенной причиной невысокого рейтинга российских школьников в исследовании PISA следует назвать недостаточную подготовленность учителей в плане формирования функциональной грамотности и отсутствие соответствующих учебно-методических материалов. Таким образом, полученные результаты и сделанные выводы могут послужить начальным этапом к постановке исследовательского вопроса и дальнейшего его изучения.

Заключение

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что для современного мира необходимо готовить функционально грамотных обучающихся. Данная цель предполагает в первую очередь формирование математической компетенции. Учитывая увеличение количества профессий и направлений, связанных с интенсивным использованием математических знаний, умение переносить знания из области математики в любую другую область является показателем сформированности математической компетенции и функциональной грамотности. Международные исследования PISA и TIMSS способствуют приобщению участников системы образования к тенденциям подготовки функционально грамотных учащихся с высоким уровнем математической подготовки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Engle R. A. Framing Interactions to Foster Generative Learning: A Situative Explanation of Transfer in a Community of Learners Classroom // *The journal of the learning science*. 2006. Vol. 15. No. 4. Pp. 451—498.
2. Dixon R. A. Transfer of learning: Connecting concepts during problem solving // *Journal of Technology education*. 2012. No. 24. Pp. 51—63.
3. Тюменева Ю. А., Вальдман А. И. Что дают предметные знания для умения применять их в новом контексте? Первые результаты сравнительного анализа TIMSS-2011 и PISA-2012, проведенного на одной и той же выборке российских учащихся // *Вопросы образования*. 2014. № 1. С. 8—24.
4. Blum W., Ferri R. B. Mathematical Modeling from Metacognitive Perspective Theory: A Review on STEM Integration Practices // *Journal of Mathematical Modelling and Application*. 2009. Vol. 1. No. 1. Pp. 45—58.
5. Ковалева Г. С. Первые результаты международной программы PISA-2009. Презентация и обсуждение первых результатов международной программы PISA-2009, 7 декабря 2010 г. URL: http://www.centeroko.ru/pisa09/pisa09_pub.html.
6. Леонтьев А. А. Образовательная система «Школа 2100». Педагогика здравого смысла. М. : Баласс, 2003. 140 с.
7. Азимов Э. Г., Щукин А. Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). М. : Икар, 2009. 448 с.
8. Функциональная грамотность младшего школьника: книга для учителя / Н. Ф. Виноградова, Е. Э. Кочурова, М. И. Кузнецова и др. М. : Российский учебник : Вентана-Граф, 2018. 288 с.

9. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации «Об утверждении методологии и критериев оценки качества общего образования в общеобразовательных организациях на основе практики международных исследований качества подготовки обучающихся» от 06.05.2019 г. № 219. URL: <https://edu.gov.ru>.

10. OECD. PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy. OECD Publishing, 2013. URL: <https://doi.org/10.1787/19963777>.

11. Денищева Л. О., Краснянская К. А. Оценка учебных достижений учащихся 8 класса по математике в рамках международного сравнительного исследования TIMSS 2015 // Педагогические измерения. 2017. № 2. С. 46—55.

12. Каспржак А. Г., Поливанова К. Н. Российская школа от PISA-2000 до PISA-2003. М. : Логос, 2006. С. 14.

13. Основные результаты российских учащихся в международном исследовании читательской, математической и естественнонаучной грамотности PISA-2018 и их интерпретация // К. А. Адамович, А. В. Капуза, А. Б. Захаров, И. Д. Фруммин. М. : НИУ ВШЭ, 2019. 28 с.

14. Карпенко О. М., Бершадская М. Д. Высшее образование в странах мира: анализ данных образовательной статистики и глобальных рейтингов в сфере образования. М. : Изд-во СГУ, 2009. 244 с.

15. TIMSS 2011 International Results in Mathematics // I. V. S. Mullis, M. O. Martin, P. Foy, A. Arora. Chestnut Hill, MA : TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, 2012. 504 p.

REFERENCES

1. Engle R. A. Framing Interactions to Foster Generative Learning: A Situative Explanation of Transfer in a Community of Learners Classroom. *The journal of the learning science*, 2006, vol. 15, no. 4, pp. 451—498.

2. Dixon R. A. Transfer of learning: Connecting concepts during problem solving. *Journal of Technology education*, 2012, no. 24, pp. 51—63.

3. Tyumeneva Yu. A., Valdman A. I. What does the subject knowledge give for the ability to apply it in a new context? The first results of comparative analysis of TIMSS-2011 and PISA-2012 conducted with the same samples of the Russian students. *Issues of education*, 2014, no. 1, pp. 8—24. (In Russ.)

4. Blum W., Ferri R. B. Mathematical Modeling from Metacognitive Perspective Theory: A Review on STEM Integration Practices. *Journal of Mathematical Modelling and Application*, 2009, vol. 1, no. 1, pp. 45—58.

5. Kovaleva G. S. *First results of the international program PISA-2009. Presentation and discussion of the first results of the international program PISA-2009, December 7, 2010*. (In Russ.) URL: <http://www.centeroko.ru>.

6. Leontiev A. A. *Educational system "School 2100". Pedagogy of common sense*. Moscow, Balass, 2003. 140 p. (In Russ.)

7. Azimov E. G., Shchukin A. N. *New dictionary of methodological terms and concepts (theory and practice of language teaching)*. Moscow, Icarus, 2009. 448 p. (In Russ.)

8. Vinogradova N. F., Kochurova E. E., Kuznetsova M. I. et al. *Functional literacy of a junior schoolchild. Book for teacher*. Moscow, Russian textbook, Ventana-Graf, 2018. 288 p. (In Russ.)

9. *Order of the Ministry of Education of the Russian Federation "On approval of methodology and criteria for evaluating the quality of general education in general educational institutions based on the practice of the international research of the quality of training of students" dated May 6, 2019 no. 219*. (In Russ.) URL: <https://edu.gov.ru>.

10. OECD. PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy. OECD Publishing, 2013. URL: <https://doi.org/10.1787/19963777>.

11. Denishcheva L. O., Krasnyanskaya K. A. Evaluation of educational achievements of students of grade 8 in mathematics within the international comparative research TIMSS 2015. *Pedagogical measurements*, 2017, no. 2, pp. 46—55. (In Russ.)

12. Kasprzhak A. G., Polivanova K. N. *Russian school from PISA-2000 to PISA-2003*. Moscow, Logos, 2006. P. 14. (In Russ.)

13. Adamovich K. A., Kapuza A. V., Zakharov A. B., Frumin I. D. *The main results of the Russian students in the international study of reading, mathematical and natural science literacy PISA-2018 and their interpretation*. Moscow, NRU HSE, 2019. 28 p. (In Russ.)

14. Karpenko O. M., Bershadskaya M. D. *Higher education in the countries of the world: analysis of educational statistics and global ratings in the field of education*. Moscow, SSU Publ. house, 2009. 244 p. (In Russ.)

15. Mullis I. V. S., Martin M. O., Foy P., Arora A. *TIMSS 2011 International Results in Mathematics*. Chestnut Hill, MA, TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, 2012. 504 p.

Как цитировать статью: Валеев И. И. Функциональная математическая грамотность как основа формирования и развития математической компетенции // Бизнес. Образование. Право. 2020. № 4 (53). С. 353—360. DOI: 10.25683/VOLBI.2020.53.417.

For citation: Valeev I. I. Functional mathematical literacy as the basis of formation and development of mathematical competence. *Business. Education. Law*, 2020, no. 4, pp. 353—360. DOI: 10.25683/VOLBI.2020.53.417.