

Методические аспекты формирования математической функциональной грамотности учащихся на I ступени общего среднего образования



М. А. УРБАН,
профессор кафедры
естественно-научных дисциплин
БГПУ им. М. Танка,
доктор педагогических наук, доцент

Аннотация. В статье представлены требования к отбору учебного материала, направленного на формирование математической функциональной грамотности учащихся начальных классов, описаны особенности конструирования и типология заданий по формированию математической функциональной грамотности, приведены примеры заданий различных типов.

Ключевые слова: функциональная грамотность; математическая функциональная грамотность; содержательные и интегративные компоненты функциональной грамотности; начальное обучение математике.

Annotation. The article presents the requirements for the selection of educational material aimed at the formation of mathematical functional literacy of primary school students, describes the design features and typology of tasks for the formation of mathematical functional literacy, provides examples of tasks of various types.

Keewords: functional literacy; mathematical functional literacy; content and integrative components of functional literacy; elementary education in mathematics.

Введение

Совершенствование математической подготовки учащихся начальных классов связано с ее ориентацией на формирование функционально грамотной личности. В современном научном дискурсе под математической функциональной грамотностью понимают интегративное качество личности, обеспечивающее способность использовать математические понятия и способы действий для описания, объяснения и предсказания событий, а также решения проблем в разнообразных контекстах реального мира. Математически грамотный ученик способен успешно решать учебные и жизненные задачи с помощью математики, общаться со сверстниками и взрослыми

в ситуациях обмена математической информацией, выполнять самооценку математической грамотности и стремиться к ее развитию [1, 2, 3]. При структурно-содержательном определении функциональной грамотности учащихся обычно исходят от образовательной концепции ОЭСР и представленной в ней методологии PISA, в которой выделены содержательный (предметный), компетентностный (метапредметный) и контекстный (ситуационный) компоненты [4]. Содержательный компонент представлен знаниями, умениями и навыками учащихся. Компетентностный компонент включает способности, мобилизующие знания; умения, отношения и ценности; рефлексивный подход к процессу обучения, помогающий учащимся действовать. Контекстный

компонент позволяет имитировать жизненную среду, в которой проявляются полученные учащимися знания, умения, отношения, ценности и компетенции [5].

При обучении математике содержательный (предметный) компонент включает вычислительную, измерительную и информационную грамотность [6]. В компетентностном компоненте выделяют информационно-читательскую, интеллектуально-познавательную, социально-коммуникативную и социально-личностную грамотность [7]. Эти компоненты были подробно охарактеризованы в публикации, посвященной теоретическим основаниям формирования математической функциональной грамотности [6].

В основе обогащения практики начального обучения математике идеями формирования функциональной грамотности лежат фундаментальные педагогические подходы (деятельностный, компетентностный, личностно ориентированный), а также соответствующие им принципы (визуализации математической деятельности; взаимосвязи математической деятельности и деятельности моделирования; обучения действием, отражения реальных ситуаций; вариативности решений; акцентирования способов решений, баланса посильности трудности, измеримости результатов, вовлеченности) [6].

Дальнейшая работа по формированию функционально грамотной личности связана с поиском конкретных путей обновления методики преподавания и организации процесса начального обучения математике с учетом указанных принципов.

Целью данной статьи является формулирование методических требований к отбору учебного материала, характеристика особенностей конструирования и типологии заданий, направленных на формирование математической функциональной грамотности учащихся начальных классов.

Представленные в статье материалы были получены в ходе научно-исследовательской работы по заданию 02 «Разработать научно-методическое обеспечение формирования функциональной грамотности учащихся I ступени общего среднего образования» ОНТП «Функциональная грамотность» № 18-Н/2021, которая выполнялась в научно-методическом учреждении «Национальный институт образования» Министерства образования Республики Беларусь в 2021 г.

Методические требования к отбору содержания учебного материала по математике для I ступени общего среднего образования

В ходе исследования был сформулирован ряд требований к содержанию учебного материала,

направленного на формирование математической функциональной грамотности учащегося начальных классов.

Требование 1. В содержании учебного материала по математике должен быть в полной мере представлен его *предметный* компонент. Обогащение содержания компетентностным и контекстным компонентами не должно приводить к сокращению доли математических знаний и умений, подлежащих усвоению учащимися и необходимых для действий в социально-бытовых ситуациях. Предметный компонент содержания учебного материала учебного предмета «Математика» представлен в учебных программах для I–IV классов.

Критериями для оценки сформированности математической функциональной грамотности по предметному компоненту являются вычислительная, измерительная и информационная грамотность. *Показателями* сформированности являются умения, соответствующие каждому из указанных видов грамотности и входящие в предметные результаты начального обучения математике [6]. Их *оценка* осуществляется в соответствии с нормами оценки учебной деятельности учащихся на I ступени общего среднего образования.

Требование 2. В содержание учебного материала по математике для реализации *компетентностного* компонента следует включить достаточное количество заданий по формированию информационно-читательских, интеллектуально-познавательных и социально-коммуникативных умений у учащихся.

Критериями для оценки сформированности математической функциональной грамотности по компетентностному компоненту являются информационно-читательская, интеллектуально-познавательная и социально-коммуникативная грамотности учащихся. *Показателями* сформированности являются умения, соответствующие каждому из указанных видов грамотности и входящие в метапредметные результаты начального обучения математике [6].

Оценку умений можно выполнить с помощью следующих заданий.

Информационно-читательская грамотность:

- выделить существенные и распознать избыточные данные (определяется через долю верных выборов);
- представить существенные данные с помощью иных знаково-символических средств: вербальных, визуальных, математических (определяется через выявление соответствия построенной модели исходному заданию).

Интеллектуально-познавательная грамотность:

- составить план выполнения задания (определяется через соответствие пунктов плана логики «что сделаю сначала», «что сделаю потом»);
- применить операции анализа, синтеза, сравнения, классификации (определяется через долю верно выполненных заданий).

Социально-коммуникативная грамотность:

- публично представить свое решение (определяется через соответствие этапов выступления логике «вступление», «основная часть», «заключение»);
- работать в команде (определяется через способность воспроизвести аргументы и идеи, высказанные другими членами команды в ходе поиска решения).

Пример задания, направленного на формирование регулятивных умений, входящих в состав интеллектуально-познавательной грамотности, приведен на *рис. 1*.

Рассмотри план работы над задачей

1. Читаю задачу. Определяю ее условие и вопрос.

2. Называю числовые данные задачи. Составляю краткую запись задачи с этими данными.

3. Строю схему к задаче.

4. Составляю выражение и выполняю вычисление.

5. Определяю, получен ли ответ на вопрос задачи.

6. Проверяю решение задачи.

Реши задачу, действуя по плану

В автобусе было 12 пассажиров. Когда на остановке вошло несколько пассажиров, в автобусе стало 19 пассажиров. Сколько пассажиров вошло в автобус на остановке?

Рисунок 1. Пример задания по формированию регулятивных умений при обучении решению простых задач (II класс)

Пример задания, направленного на формирование умения презентовать выработанное в группе решение (умение входит в состав социально-коммуникативной грамотности), приведен на *рис. 2*.

Рассмотрите план подготовки выступления группы для презентации результатов, полученных при работе над проектом.

1. Выберите способ выступления.

Решите, как группа будет представлять результаты: это может быть выступление одного или нескольких членов группы.

2. Подготовьте вступление.

Во вступлении нужно заинтересовать всех вашим сообщением. Для этого можно, например, задать интересный вопрос, рассказать подходящий случай из жизни, вспомнить слова известного математика.

3. Подготовьте основную часть выступления.

В основной части нужно рассказать слушателям о полученных группой результатах. Очень важно использовать рисунки, схемы, таблицы или диаграммы, чтобы идеи были понятными слушателям.

4. Подготовьте заключение.

В заключении можно еще раз обратить внимание на особенность полученных результатов, поблагодарить слушателей, призвать их к дальнейшей совместной работе.

5. Порепетируйте!

Чтобы слушателям не стало скучно, ваше выступление не должно длиться более 10 минут.

Подготовьте публичное выступление с информацией о результатах выполнения проекта, действуя по данному плану.

Рисунок 2. Пример задания по формированию умения презентовать групповое решение (IV класс)

Требование 3. В содержании учебного материала по математике для реализации *социально-личностного компонента* должны быть представлены задания, способствующие личностному самоопределению, морально-этической ориентации и смыслоопределению учащихся.

Критериями для оценки сформированности математической функциональной грамотности по социально-личностному компоненту является социально-личностная грамотность учащихся. *Показателями* сформированности являются соответствующие умения учащихся [6].

Оценку умений социально-личностной грамотности можно выполнить с помощью заданий, где предлагается:

- адекватна ацeniць рэзультаты своей дзейнасці (определяется через соответствие самооценки той оценке, которая выполнена учителем);
- применить математические средства для решения реальных проблем (определяется через успешность выполнения контекстных заданий).

Возможный пример задания по развитию умения самоанализа и самооценки приведен на рис. 3.

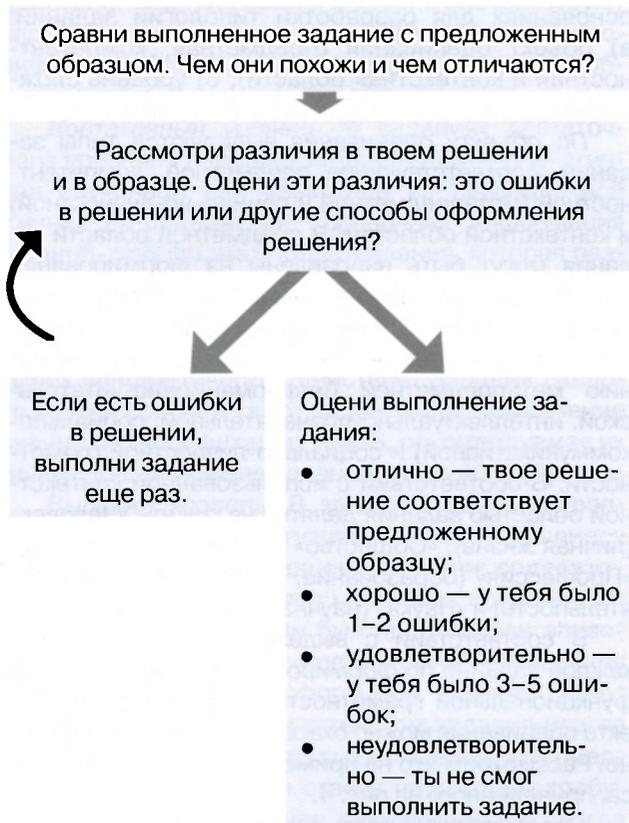


Рисунок 3. Пример задания по развитию умения самоанализа и самооценки

Требование 4. В содержании учебного материала по математике в соответствии с рекомендациями экспертов PISA [8] учебные задания должны позволять учащимся приобретать начальный опыт действий в типовых жизненных ситуациях в контекстах «общественная жизнь», «личная жизнь», «образование/профессиональная деятельность», «научная деятельность».

Требование 5. Важно предусмотреть различие заданий по уровням сложности, что, во-первых, позволит включить в активную учебно-познавательную деятельность учащихся, имеющих разные способности к изучению математики, и, во-вторых, станет основой для реализации индивидуальных образовательных траекторий.

Особенности конструирования заданий по формированию функциональной математической грамотности

Особенности конструирования заданий могут относиться к комплексу заданий и к отдельному заданию.

Особенности комплекса заданий соответствуют правилам составления заданий по математике для учащихся IV класса в программе TIMSS. С точки зрения математического содержания, в комплексе заданий следует обеспечить 50 % заданий содержательного блока «Числа», 30 % заданий содержательного блока «Измерения и геометрические фигуры» и 20 % заданий содержательного блока «Работа с данными». При этом внутри каждого содержательного блока экспертами TIMSS рекомендованы следующие доли представленности заданий:

- 1) содержательный блок «Числа» включает задания по разделам «Целые числа» (25 %), «Алгебраический материал» (15 %) и «Дроби» (10 %) — всего 50 % на блок «Числа»;
- 2) содержательный блок «Измерения и геометрические фигуры» включает задания по разделам «Работа с величинами» (15 %) и «Геометрические фигуры» (15 %) — всего 30 % на блок «Измерения и геометрические фигуры»;
- 3) содержательный блок «Работа с данными» включает задания на понимание и заполнение таблиц, схем, диаграмм, графиков (15 %) и на применение полученных данных при решении задач (5 %) — всего 20 % на блок «Работа с данными».

В аспекте познавательной деятельности учащихся доля заданий, направленных на проверку усвоенных знаний, рекомендована в объеме 40 %; требующих применения знаний — 40 %, основанных на рассуждениях — 20 % [9].

С точки зрения используемого контекста в программе PISA рекомендованы равные доли (по 25 %) заданий из контекстов «Человек», «Общество», «Профессия», «Наука» [8]. С нашей точки зрения, возрастным особенностям и имеющемуся жизненному опыту учащихся начальных классов соответствует распределение, где большие доли отводятся контекстам «Человек» и «Общество» (по 30 %), а меньшие — контекстам «Профессия» и «Наука» (по 20 %).

Особенности отдельного задания по формированию математической функциональной грамотности связаны с принципиальным отличием его от обычного задания по математике: учащемуся предлагается решить не математическую задачу, а реальную проблему средствами математики. Это определяет структуру данного задания: 1) описание ситуации, в которой содержится

проблема; 2) вопрос или задание, предлагающее решить проблему; 3) справочные материалы, дополнительные источники информации. Данная структура задания по формированию математической функциональной грамотности основана на подходе, предложенном Л. О. Денищевой [10]. Покажем эти структурные компоненты на примере задания из действующего учебного пособия по математике [11, с. 19] (рис. 4).

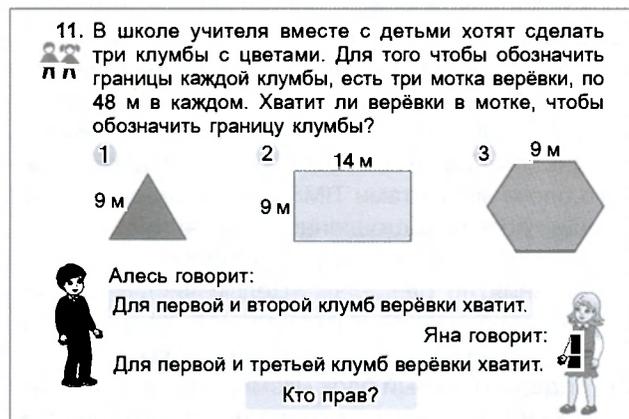


Рисунок 4. Пример задания по формированию математической функциональной грамотности

Описание ситуации, в которой содержится проблема. В задании описана ситуация, которая возникает в жизни при планировании посадки цветов на клумбах разной формы.

Вопрос или задание, предлагающее решить проблему. В вопросе предлагается определить, хватит ли веревки в каждом мотке для обозначения границ клумб. Для ответа на этот вопрос учащийся должен сначала определить периметры геометрических фигур.

Справочные материалы, дополнительные источники информации. Информацию о требуемой длине веревки можно получить, анализируя приведенные рядом с заданием чертежи фигур, обозначающих контуры клумб. Учащийся сначала определяет периметр каждой фигуры (27 м, 46 м и 54 м). Затем он делает вывод о том, что веревки хватит для ограждения первой и второй клумбы.

Для подготовки к выполнению подобных заданий целесообразно, начиная с I класса, обогащать традиционные задания по математике следующими элементами:

- 1) непривычный для учащихся порядок расположения данных задачи и искомого (например, часть данных условия содержится в вопросе задачи, текст задачи представляет собой один большой вопрос и др.);
- 2) наличие в тексте задачи лишних данных, которые затрудняют поиск решения;
- 3) отсутствие в тексте задачи некоторых данных, которые предлагаются рядом с текстом

в дополнительном источнике (таблице, диаграмме, другом тексте, схеме);

- 4) использование вопросов, ответом на которые являются не числовые данные [12].

Типология заданий по формированию математической функциональной грамотности

При разработке комплекса заданий по формированию математической функциональной грамотности младших школьников важно включить в него задания различных типов. Остановимся на двух основаниях для разработки типологии заданий: а) объект оценивания (предметная, компетентностная и контекстная области); б) уровень сложности задания (низкий, достаточный, высокий).

По объекту оценивания выделяются типы заданий, соответствующие предметной, компетентностной (метапредметной и социально-личностной) и контекстной областям. В предметной области задания могут быть направлены на формирование вычислительной, измерительной и информационной грамотности. С точки зрения компетентностной области, можно выделить задания по формированию метапредметной (информационно-читательской, интеллектуально-познавательной, социально-коммуникативной) и социально-личностной грамотности. В соответствии с использованной контекстной областью задания делятся на группы «Человек» (личная жизнь), «Общество» (общественная жизнь), «Профессия» (образование, профессиональная деятельность) и «Наука» (научная деятельность).

В соответствии с выделенными основаниями каждое задание по формированию математической функциональной грамотности с точки зрения объекта оценивания можно охарактеризовать комплексно. Рассмотрим это на примере задания для III класса, приведенного на рис. 4.

Предметная область — данное задание относится к типу заданий по формированию измерительной грамотности.

Компетентностная область — предложенное задание входит в группу заданий по формированию информационно-читательской и информационно-познавательной грамотности (задание способствует также формированию и других видов грамотности, входящих в компетентностную область, но названные виды являются доминирующими в данном задании).

Контекстная область — «Общество»; указанное задание относится к типу заданий по решению проблем, связанных с улучшением объектов окружающей действительности для повышения качества жизни людей.

По уровню сложности выделяются задания, соответствующие низкому, достаточному и высокому уровням математической функциональной грамотности учащихся (данные уровни

выделены и описаны на основе подхода Л. О. Денищевой [10]).

Низкий уровень. В задании данного уровня: 1) предлагается ситуация, идентичная известной или несложной ситуации, которая характерна для повседневной жизни; 2) в самом тексте задания содержится в явном виде вся информация, необходимая для решения/ответа на вопрос; 3) предлагается вопрос, для ответа на который требуется не более двух логических шагов или арифметических действий. Задания данного уровня соответствуют заданиям на проверку усвоенных знаний в классификации TIMSS, рекомендуемая их доля в общем объеме заданий равна 40 % [9].

Достаточный уровень. В заданиях достаточного уровня: 1) предлагается ситуация, аналогичная изученной или известной из повседневной жизни; 2) содержится справочная информация в одной-двух формах представления, которая размещена рядом с текстом задания; 3) предлагаются вопросы, для ответа на которые требуется выполнить два-четыре логических шага или от двух до четырех арифметических действий. Задания данного уровня соответствуют заданиям на применение знаний в классификации TIMSS, рекомендуемая их доля в общем объеме заданий равна 40 % [9].

Высокий уровень. В заданиях данного уровня: 1) представлена ситуация, с которой учащиеся не встречались в повседневной жизни; содержится незнакомый учащимся материал, который или не рассматривался, или был представлен эпизодически на уроках; 2) предлагается справочная информация в разных форматах, которая может быть размещена рядом с текстом задания или ее предлагается найти в других источниках; 3) предлагаются вопросы, для ответа на которые требуется выполнить не менее двух логических шагов или арифметических действий. Задания данного уровня соответствуют заданиям, основанным на рассуждениях в классификации TIMSS, рекомендуемая их доля в общем объеме заданий равна 20 % [9].

Заключение

В ходе исследования получены следующие результаты:

- разработаны методические требования к отбору содержания учебного материала, направленного на формирование математической функциональной грамотности учащихся начальных классов; в перечне требований приводятся критерии и показатели, по которым можно осуществлять оценку сформированности математической функциональной грамотности по компетентностному компоненту, приведены примеры оценочных заданий разного вида;

- описаны особенности конструирования комплекса заданий и отдельного задания по формированию математической функциональной грамотности учащихся;

- дана характеристика типам заданий по формированию математической функциональной грамотности с точки зрения объекта оценивания (предметная, компетентностная и контекстная области) и уровня сложности задания (низкий, достаточный, высокий).

Список использованных источников

1. Виноградова, Н. Ф. Функциональная грамотность младшего школьника : книга для учителя / Н. Ф. Виноградова [и др.] ; под ред. Н. Ф. Виноградовой. — М. : Российский учебник: Вентана-Граф. — 2018. — 288 с.
2. Ковалева, Г. С. PISA 2003 : Результаты международного исследования / Г. С. Ковалева // Школьные технологии. — 2005. — № 2. — С. 37–42.
3. Umbara, U. Re-Interpretation of Mathematical Literacy Based on the Teacher's Perspective [Electronic resource] / U. Umbara, D. Suryadi // International Journal of Instruction. — 2019. — Vol. 12. — № 4. — P. 789–806. — Mode of access : https://www.e-iji.net/dosyaiair/iji_2019_4_50.pdf. — Date of access : 15.03.2022.
4. Будущее образования и навыков. Образование 2030 [Электронный ресурс]. — Режим доступа : <https://clck.ru/U6ihV>. — Дата доступа : 17.09.2021.
5. Басюк, В. С. Инновационный проект Министерства просвещения «Мониторинг формирования функциональной грамотности» : основные направления и первые результаты / В. С. Басюк, Г. С. Ковалева // Отечественная и зарубежная педагогика. — 2019. — Т. 1, № 4 (61). — С. 13–33.
6. Урбан, М. А. Теоретические основания формирования математической функциональной грамотности учащихся на I ступени общего среднего образования / М. А. Урбан // Пачатковая школа. — 2022. — № 6. — С. 24–31.
7. Гулецкая, Е. А. Функциональная грамотность младшего школьника : интегративные компоненты / Е. А. Гулецкая, Т. А. Ковальчук // Веснік адукацыі. — 2021. — № 10. — С. 36–46.
8. PISA 2018 assessment and analytical framework [Electronic resource] // OECD iLibrary. — Mode of access : <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>. — Date of access : 18.08.2021.
9. TIMSS 2019 assessment framework [Electronic resource] / ed.: I. V. S. Mullis, M. O. Martin // TIMSS and PIRLS. — Mode of access : <https://timss2019.org/wp-content/uploads/frameworks/T19-Assessment-Frameworks.pdf>. — Date of access : 10.01.2022.
10. Денищева, Л. О. Подходы к составлению заданий для формирования математической грамотности учащихся 5–6 класса / Л. О. Денищева, К. А. Краснянская, О. А. Рыдзеве // Отечественная и зарубежная педагогика. — 2020. — Т. 2. — № 2 (70). — С. 181–201.
11. Муравьева, Г. Л. Математика : учеб. пособие для 3-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения. В 2 ч. Ч.1 / Г. Л. Муравьева, М. А. Урбан. — Минск : Нац. ин-т образования, 2021. — 136 с.
12. Урбан, М. А. Компетентностно-ориентированные задания в начальном обучении математике / М. А. Урбан // Пачатковая школа. — 2017. — № 8. — С. 20–25.