

УДК 373



Л. О. Рослова

Кандидат педагогических наук, заведующая лабораторией математического общего образования и информатизации ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования», г. Москва
E-mail: loroslova@gmail.com

Larisa O. Roslova
PhD (Education), Head of the Laboratory of Mathematical General Education and Informatization, Institute for the Strategy of Education Development of the Russian Academy of Education, Moscow, Russia



К. А. Краснянская

Кандидат педагогических наук, ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования», г. Москва
E-mail: klarakr@mail.ru

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ГРАМОТНОСТИ

В статье отражено понятие математической грамотности, содержание которого рассматривается в контексте функциональной грамотности. Приведены сведения о результатах российских учащихся по математической грамотности в международном исследовании PISA (Programme for International Student Assessment) за период 2003–2015 гг., которые демонстрируют невысокие показатели. Выделены концептуальные рамки оценки математической грамотности в исследовании PISA, описаны структурные компоненты организации исследования и разработки заданий: контекст, область математического содержания задания и мыслительная деятельность. Перечислены предметные и метапредметные умения, на формирование или развитие которых в контексте математической грамотности необходимо обратить внимание при обучении в 5-м и 7-м классах. Изложены общие подходы к составлению заданий для «мягкого мониторинга» по оценке и формированию математической грамотности, отвечающей концепции исследования PISA-2021, приводится структура характеристики заданий, принципы составления блоков заданий для целей мониторинга, примеры заданий из блоков «мягкого мониторинга» для учащихся 5-го и 7-го классов с описанием их основных характеристик. Перечислены различные методы и формы обучения, предлагаемые для формирования математической грамотности учащихся.

Как цитировать статью: Рослова Л. О., Краснянская К. А., Квитко Е. С. Концептуальные основы формирования и оценки математической грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. 2019. Т. 1, № 4 (61). С. 58–79.

Ключевые слова: математическая грамотность, функциональная грамотность, международное исследование PISA (программа по оценке образовательных достижений учащихся), концепция исследования PISA-2021, подходы к составлению заданий, мониторинг формирования математической грамотности.

Введение

Методологической основой мониторинга формирования и оценки функциональной грамотности было выбрана концепция международного исследования PISA (Programme for International Student Assessment), целью которого является оценка подготовки 15-летних учащихся по шести направлениям, одним из которых является математика.

Оценка математической подготовки 15-летних учащихся в исследовании PISA основана на следующем определении математической грамотности: «Математическая грамотность — это способность индивидуума проводить математические рассуждения и формулировать, применять, интерпретировать математику для решения проблем в разнообразных контекстах реального мира» [10, р. 67; 9, р. 8; 4, с. 10].

Содержание, которое организаторы исследования вкладывают в это понятие, фактически сведено к так называемой «функциональной грамотности», которая, по словам А. А. Леонтьева, предполагает способность человека использовать приобретаемые в течение жизни знания, умения и навыки для решения максимально широкого диапазона жизненных задач в различных сферах деятельности, общения и социальных отношений [1].

Ниже — на Рисунке 1 и в Таблице 1 — приведены результаты, показанные российскими 15-лет-

Klara A. Krasnyanskaya
PhD (Education), Leading
Researcher, Institute for
the Strategy of Education
Development of the Russian
Academy of Education,
Moscow, Russia



Е. С. Квитко

Кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования», г. Москва
E-mail: kvitkolena1401@mail.ru

Elena S. Kvitko
PhD (Education), Senior
Researcher, Institute for
the Strategy of Education
Development of the Russian
Academy of Education,
Moscow, Russia

ними учащимися в исследовании PISA 2003–2015 гг. по математической грамотности [4; 10].

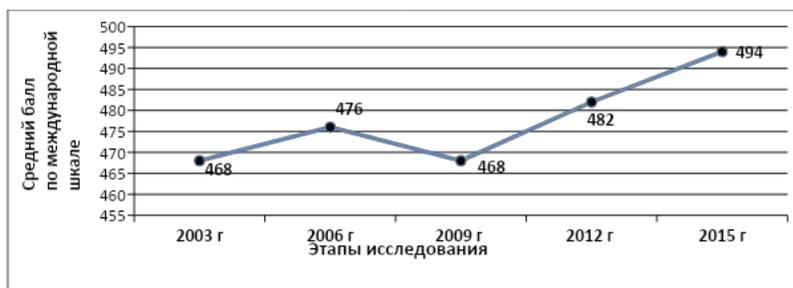


Рисунок 1. Результаты РФ (средние баллы) в исследовании PISA 2003–2015 гг. по математической грамотности

Таблица 1

Расположение РФ среди стран-участниц в исследовании PISA 2003–2015 гг.

Этапы исследования	Количество стран-участниц	Средний балл РФ	Место РФ среди стран-участниц	Максимальный средний балл среди стран-участниц
2003	40	468	29–31	550 — Гонконг
2006	57	476	32–36	549 — Тайвань (Китай)
2009	65	468	38–39	600 — Шанхай (Китай)
2012	65	482	31–39	615 — Шанхай (Китай)
2015	70	494	20–30	564 — Сингапур

Приведенные данные демонстрируют общие результаты (средние баллы) выполнения заданий российскими учащимися на протяжении пяти этапов исследования и расположение среди стран — участниц на основе этих результатов. Следует отметить, что в 2015 г. результаты существенно повысились, но тем не менее остались невысокими [12].

Цель статьи

Изучение результатов и опыта ряда стран — участниц исследования PISA 2003–2015 гг. убедительно показало, что существенному повыше-

нию уровня функциональной грамотности способствует специальная работа с учащимися, которая учитывает основные положения и специфику данного исследования [8]. В этой связи было бы закономерно разработать задания, ориентированные на формирование и оценку математической грамотности учащихся.

Методология исследования

Концептуальные рамки оценки математической грамотности в исследовании PISA

Принятое определение математической грамотности повлекло за собой разработку особого инструментария исследования: учащимся предлагаются не типичные учебные задачи, характерные для традиционных систем обучения и мониторинговых исследований математической подготовки, а *близкие к реальным проблемные ситуации, представленные в некотором контексте* и разрешаемые доступными учащемуся средствами математики. Подобные проблемы можно противопоставить заданиям, прежде всего текстовым задачам, характерным для школьных учебников математики, где главной целью является дидактическая — освоение математического аппарата, который в дальнейшем можно будет применять в различных целях, в том числе и на практике [5]. *То, что учащимся предлагается разрешать проблемы, близкие к реальности, с использованием математики, важно для понимания ими ее роли в повседневной жизни.* Правдоподобие в использовании математики — вот главный фактор при разработке заданий в исследовании PISA, который непосредственно связан с определением математической грамотности.

Основа организации исследования математической грамотности включает три структурных компонента:

- *контекст*, в котором представлена проблема;
- *содержание математического образования*, которое используется в заданиях;
- *мыслительная деятельность*, необходимая для того, чтобы связать контекст, в котором представлена проблема, с математическим содержанием, необходимым для ее решения.

Контекст задания — это особенности и элементы окружающей обстановки, представленные в задании в рамках предлагаемой ситу-

ации. Эти ситуации связаны с разнообразными аспектами окружающей жизни и требуют для своего решения большей или меньшей математизации. Выделены и используются четыре категории контекстов, близкие учащимся: *общественная жизнь, личная жизнь, образование / профессиональная деятельность, научная деятельность* [13, с. 29–31].

Математическое содержание заданий в исследовании распределено по четырем категориям: *пространство и форма, изменение и зависимости, количество, неопределенность и данные*, которые охватывают основные типы проблем, возникающих при взаимодействии с повседневными явлениями [13, с. 23–28]. Название каждой из этих категорий отражает обобщающую идею, которая в общем виде характеризует специфику содержания заданий, относящихся к этой области.

В совокупности эти обобщающие идеи охватывают круг математических тем, которые, с одной стороны, изучаются в школьном курсе математики, с другой стороны, необходимы 15-летним учащимся в качестве основы для жизни и для дальнейшего расширения их математического кругозора:

- *изменение и зависимости* — задания, связанные с математическим описанием зависимости между переменными в различных процессах, т.е. с алгебраическим материалом;
- *пространство и форма* — задания, относящиеся к пространственным и плоским геометрическим формам и отношениям, т.е. к геометрическому материалу;
- *количество* — задания, связанные с числами и отношениями между ними, в программах по математике этот материал чаще всего относится к курсу арифметики;
- *неопределенность и данные* — задания охватывают вероятностные и статистические явления и зависимости, которые являются предметом изучения разделов статистики и вероятности.

По сравнению с более традиционным тематическим подходом к представлению содержания выстраивание его вокруг четырех обобщающих идей позволяет шире охарактеризовать результаты, показанные учащимися, с позиций овладения идеями, тесно связанными с сущностью реальных явлений окружающего мира. Уровень овладения этими идеями позволяет предметно оценивать возможности учащихся в использовании полученных знаний в повседневной жизни.

Для описания **мыслительной деятельности** при разрешении пред-

ложенных проблем используются следующие глаголы: *формулировать, применять и интерпретировать*, которые указывают на мыслительные задачи, которые будут решаться учащимися:

- формулировать ситуацию на языке математики;
- применять математические понятия, факты, процедуры;
- интерпретировать, использовать и оценивать математические результаты [13, с. 20–21].

Очевидно, что каждый из этих мыслительных процессов опирается на *математические рассуждения*, поэтому разработчики концепции исследования PISA-2021 использовали те же мыслительные процессы, что и на предшествующих этапах исследования, но дополнили их еще одним — «рассуждать». Это означает, что учащимся потребуется продемонстрировать, как они умеют размышлять над аргументами, обоснованиями и выводами, над различными способами представления ситуации на языке математики, над рациональностью применяемого математического аппарата, над возможностями оценки и интерпретации полученных результатов с учетом особенностей предлагаемой ситуации [9; 13].

Помимо уже названных нововведений исследования 2021 г. отметим новые темы, включенные в содержание проверки:

- явления роста, изменений линейного и нелинейного характера; например, потребуется проследить закономерности, проявляющиеся при возведении в степень некоторого числа;
- геометрические преобразования, аппроксимации, разбиения и составления фигур; например, потребуется построить орнамент из заданных фигур по заданному правилу;
- компьютерное конструирование и моделирование; например, потребуется изображать по указанным правилам маршруты на карте;
- принятие решений с учетом предлагаемых условий или дополнительной информации; например, потребуется при покупке некоторого товара учитывать представленное в таблице сообщение, в котором содержится статистика мнений покупателей об этом товаре [13].

Данные концептуальные положения, лежащие в основе исследования математической подготовки учащихся в рамках PISA, целесообразно реализовать и при разработке основных положений «мягкого мониторинга».

Основные элементы содержания, выделяемые для формирования и оценки математической грамотности в 5-х и 7-х классах

С целью выделения основных элементов математической подготовки, актуальных для формирования и оценки функциональной грамотности в рамках «мягкого мониторинга» в 5-х и 7-х классах, а также уточнения предметных недочетов в математической подготовке российских учащихся, были проанализированы задания в исследованиях PISA-2015 и PISA-2018, результаты выполнения которых оказались ниже средних международных и не превышали 40% [9; 11]. Сопоставление с документами, определяющими содержание математического образования в российской школе [2; 3; 6], показало, что невысокие результаты российских учащихся связаны с недостаточным овладением некоторым обязательным предметным материалом:

- курса математики 5-го — 6-го классов, который не актуализируется в 7-х — 9-х классах (например, действия с обыкновенными и десятичными дробями, проценты, пропорции, отношения);
- той части курса математики 9-го класса, который связан с числовыми последовательностями.

Кроме того, проявились недостатки в овладении следующими метапредметными умениями:

- принимать задачу, представленную в форме, отличной от формы, типичной для российских учебников;
- работать с информацией, представленной в различных формах: текстовой, табличной, графической, а также переходить от одной формы к другой;
- привлекать информацию, которая не содержится непосредственно в условии задачи, особенно в тех случаях, когда для этого требуется использовать бытовые сведения, личный жизненный опыт;
- отбирать информацию, необходимую для решения, в частности, если условие задачи содержит избыточную информацию; удерживать в процессе решения все условия, необходимые для решения проблемы;
- владеть навыками самоконтроля за выполнением условий (ограничений) при нахождении решения и интерпретации полученного результата в рамках ситуации;
- определять самостоятельно точность данных, требуемых для решения задачи;

- использовать здравый смысл, метод перебора возможных вариантов, метод проб и ошибок;
- представлять в свободной словесной форме обоснованный ответ, который определяется особенностями ситуации.

На основе проведенного анализа были выделены умения, на формирование или развитие которых следует обратить внимание при обучении в 5-м и 7-м классах.

5 класс:

- выполнять действия с натуральными числами, с обыкновенными дробями: упорядочение долей, сложение и вычитание несложных дробей;
- выполнять действия с числовыми выражениями; составлять числовое выражение;
- выполнять деление с остатком, иметь представление о делителях и кратных;
- выполнять приближенные вычисления, прикидку и оценку результата вычислений, округлять до указанной разрядной единицы, а также с учетом условий описанной ситуации по недостатку или по избытку;
- распознавать и делать выводы о зависимости между двумя величинами (прямая / обратная); решать задачи на увеличение / уменьшение на / в;
- переводить единицы измерения длины и времени из более крупных в более мелкие и обратно;
- решать задачи методом перебора вариантов;
- читать, заполнять и интерпретировать данные таблиц, столбчатой и круговой диаграмм;
- иметь представление о шкалах; ориентироваться на числовой прямой;
- устанавливать соответствие между реальным размером объекта и представленным на изображении;
- распознавать геометрические формы и описывать объекты окружающего мира с помощью языка геометрии;
- представлять объект по описанию, рисунку, заданным характеристикам; мысленно трансформировать трехмерную фигуру (реальный объект) в двумерную и обратно, распознавать развертки куба,

- параллелепипеда;
- складывать фигуры из квадратов, прямоугольников, треугольников, отрезков, разбивать на указанные формы;
 - использовать для решения задач простейшие свойства квадрата и прямоугольника;
 - иметь представление о площади и периметре, применять формулы нахождения периметра и площади квадрата и прямоугольника;
 - проверять истинность утверждений, обосновывать вывод, утверждение, полученный результат.

7 класс:

- выполнять все виды деятельности, указанные для 5 класса, а также:
- сравнивать рациональные числа, выполнять вычисления с рациональными числами, реальные расчеты;
- вычислять проценты (процентное снижение / повышение), пропорции и отношения, масштаб, использовать основное свойство пропорции, пропорциональное увеличение / уменьшение;
- понимать закономерности, составлять последовательности;
- читать графики зависимостей (линейная и нелинейная);
- составлять математическое описание предложенной зависимости в общем виде (в виде выражения/формулы);
- использовать простейшие свойства треугольника, окружности;
- распознавать комбинации различных плоских форм — отрезков, окружностей, полуокружностей, дуг;
- распознавать трехмерные фигуры: цилиндр, конус, пирамида (элементы фигур, развертки), комбинации пространственных фигур;
- иметь представление о статистических характеристиках — среднем арифметическом, медиане, моде, размахе, наибольшем и наименьшем значении набора данных;
- интерпретировать данные, представленные в таблицах и на диаграммах, на графиках;
- составлять высказывания, проверять истинность утверждений.

Результаты исследования

Общие подходы к составлению заданий для «мягкого мониторинга»

Выбор направленности мониторинга на развитие и оценку функциональной грамотности учащихся, отвечающей концепции исследо-

вания PISA-2021, привел к необходимости изменить подходы к определению содержания и формы проверочных заданий по сравнению с исследованиями, направленными на оценку учебных достижений учащихся. В связи с этим в качестве основы для разработки заданий приняты материалы международного исследования PISA в части оценки математической грамотности (концептуальные рамки, примеры заданий в исследовании PISA-2021, содержание и результаты выполнения российскими учащимися заданий в исследованиях 2003–2018 гг.) [13].

Ниже изложены подходы к составлению заданий, предназначенных для оценки и формирования математической грамотности. Апробация разработанных заданий позволила уточнить некоторые особенности и требования к разрабатываемым заданиям.

1. Учащимся предлагаются не учебные задачи, а контекстуальные, практические проблемные ситуации, разрешаемые средствами математики. Контекст, в рамках которого предложена проблема, должен быть действительно жизненным, а не надуманным. Ситуации должны быть характерными для повседневной учебной и внеучебной жизни учащихся (например, связаны с личными, школьными или общественными проблемами, как это понимается в концепции PISA). Поставленная проблема должна быть нетривиальной, интересной и актуальной для учащихся того возраста, на который она рассчитана [7].

2. Для выполнения задания требуется холистическое, т.е. целостное, а не фрагментарное, применение математики. Это означает, что требуется осуществить весь процесс работы над проблемой: от понимания, включая формулирование проблемы на языке математики, через поиск и осуществление ее решения, до сообщения и оценки результата, а не только часть этого процесса (например, решить уравнение или упростить алгебраическое выражение).

3. Мыслительная деятельность, осуществляемая при выполнении заданий, описывается в соответствии с концепцией PISA-2021.

4. Для выполнения заданий требуются знания и умения из разных разделов курса математики основной школы, соответствующие темам, выделенным в PISA, и планируемым результатам в объеме ФГОС ООО и Примерной основной образовательной программы, формирование которых осуществляется в 5-х или 7-х классах соответственно.

5. Используется следующая структура задания: дается описание си-

туации (введение в проблему), к которой предлагаются два связанных с ней вопроса.

6. Введение в проблему — это небольшой вводный текст мотивирующего характера, который не содержит лишней информации, не связанной с заданием или не принципиальной для ответа на поставленные далее вопросы. Введение не должно содержать информацию, которая носит отвлекающий характер. Важно: читательская грамотность не должна отражаться на проверке математической грамотности.

Информация, сообщаемая в задании, дается в различных формах: числовой, текстовой, графической (график, диаграмма, схема, изображение и др.), она может быть структурирована и представлена в виде таблицы.

Наличие визуализации обязательно. Оказать помощь учащимся в части мысленной визуализации и погружения в сюжет должны фото и рисунки. Графические средства визуализации математического содержания проблемы окажут учащимся помощь на этапе ее моделирования, послужат опорой для проведения рассуждений.

Если введение содержит слова, которые могут быть неизвестны учащимся, то в нем можно дать краткое пояснение, определение и / или иллюстрацию к ним.

7. Вопрос позволяет раскрыть приведенную ситуацию с определенной стороны. Каждый самостоятельный содержательный шаг фиксируется; все основные элементы выделяются для оценивания.

Для выполнения большинства заданий не требуется делать громоздкие вычисления, что позволяет значительно уменьшить влияние вычислительных ошибок на демонстрацию учащимся понимания изученных понятий, применение способов действий для решения поставленных задач. В целях оптимизации вычислений учащимся разрешается использовать калькулятор.

В большинстве заданий не содержится прямых указаний на способ, правило или алгоритм выполнения (решения), что позволяет проверить, насколько осознанно учащиеся применяют полученные знания.

Для ответа на вопрос задания достаточно информации, представленной в описании ситуации; если для ответа на последующие вопросы требуется дополнительная информация, то она сообщается в формулировке вопроса или отдельно. Например, если для выполнения задания требуется использовать формулы, то они приводятся

в качестве справочного материала.

8. Учитывается, что задания предлагаются учащимся на компьютере и ответы они вносят, используя его клавиатуру. При разработке заданий используются возможности компьютера, позволяющие проводить построение заданных математических объектов, переносить на плоскости заданные объекты, выполнять вычисления с заданными числами и др.

Используются задания разного типа по форме ответа:

- с выбором одного или нескольких верных ответов из предложенных альтернатив;
- со свободным кратким ответом в форме конкретного числа, одного-двух слов;
- со свободным полным ответом, содержащим запись решения поставленной проблемы, построение заданного геометрического объекта, объяснение полученного ответа.

Выполнение заданий с выбором ответа и свободным кратким ответом оценивается автоматически, задания со свободным полным ответом оцениваются экспертами.

Ниже приводится общая структура характеристики математических заданий «мягкого мониторинга».

Характеристика задания

1. *Область содержания* (всего четыре данные области): пространство и форма, изменение и зависимости, неопределенность и данные, количество.
2. *Контекст* (всего четыре контекста): общественная жизнь, личная жизнь, образование / профессиональная деятельность, научная деятельность.
3. *Мыслительная деятельность* (всего четыре деятельности): рассуждать, формулировать, применять, интерпретировать.
4. *Объект оценки* (предметный результат): например, чтение графиков реальных зависимостей.
5. *Уровень сложности*: 1, 2 или 3.
6. *Формат ответа*: с развернутым ответом, с выбором ответа, с кратким ответом.
7. *Критерии оценивания* (1 или 2 балла): полный ответ — 2 балла, частично верный ответ — 1 балл.

Использование заданий для оценки и формирования математической грамотности

Для достижения целей мониторинга математической грамотности предлагается использовать блок заданий, рассчитанный на 20 минут выполнения. Предлагается такая *структура блока*: два задания (сюжета) по два вопроса в каждом задании, всего четыре вопроса.

Суммарно в каждый блок входят:

- задания из двух-трех (из четырех) областей математического содержания,
- задания из двух (из четырех) контекстов,
- задания из трех-четырех (из четырех) мыслительных процессов;
- задания трех видов по сложности: одно легкое, два средних, одно сложное;
- задания со следующими критериями оценивания: легкое задание оценивается одним баллом, остальные — двумя баллами; общая сумма баллов за верно выполненный блок заданий — 7.

В целях формирования математической грамотности задания могут использоваться по отдельности. В этом случае они могут быть дополнены вопросами, развивающими, уточняющими предложенную ситуацию или являющимися проекцией сюжета на реальную жизнь конкретных учащихся, жизнь класса, проблемы местного социума.

Задания лучше выполнять в парах или группах (это зависит от объемности задания), тогда у учащихся будет возможность обсудить сюжет, используя «коллективный» опыт, уточнить свое понимание ситуации, возможно, задать вопросы учителю. Это поможет выйти на выявление математической сути задания и адекватно сформулировать на языке математики, найти необходимые способы решения.

Обсуждение полезно и на этапе решения задачи, и на этапе интерпретации полученных результатов, чтобы понять, все ли необходимые условия учтены, можно ли решить иначе, проще, рациональнее, соответствует ли математическое решение контексту ситуации и т.п. Обсуждая с классом результаты выполнения задания, учитель должен акцентировать внимание на трех моментах: как ситуация была преобразована в математическую задачу; какие знания, факты были использованы, какие методы и способы решения были предложены и обсудить их достоинства; как можно оценить полученное решение с точки зрения исходной ситуации.

Полезно предложить учащимся провести анализ своей включенности в выполнение задания, отрефлексировать весь процесс и зафиксировать:

- какие идеи и соображения возникали, были ли они существенными и плодотворными, учтены ли в решении;
- какие возникли трудности и на каком этапе работы над заданием;
- удастся ли самостоятельно справиться с аналогичной ситуацией, если она повторится.

В целях закрепления формируемых умений в качестве домашнего задания можно предложить аналогичную ситуацию с несколько измененными данными. Однако задание может носить и творческий характер: придумать свое задание на основе рассмотренного сюжета.

При определенной системности работы по формированию математической грамотности можно включать измененные задания и в контрольную работу в качестве дополнительного задания, не связанного с основной темой. В этом случае можно осуществлять мониторинг выполнения такого рода заданий.

Ниже приведены примеры заданий из математических блоков «мягкого мониторинга» для учащихся 5-го и 7-го классов, отвечающие вышеизложенным требованиям, сопровождаемые описанием основных характеристик.

Примеры заданий

5 класс. Задание «Багаж в аэропорту»

Иван Иванович собирается полететь в отпуск на самолете авиакомпании «Сокол».

Он узнал, что в салон самолета можно взять ручную кладь весом не более 7 кг. Также в стоимость билета входит 1 место багажа весом до 20 кг.

Если у пассажира несколько мест багажа, то на каждое из них можно оформить дополнительное место багажа. Дополнительное место — один предмет весом до 20 кг — стоит 1 000 р. Если предмет весит больше 20 кг, то за каждый «лишний» килограмм сверх двадцати нужно заплатить еще 300 р. (вес округляется в большую сторону до килограмма).



Прибыв в аэропорт, Иван Иванович взвесил каждый предмет своего багажа.



19 кг 900 г



1 кг 800 г



3 кг 900 г



4 кг 500 г

Задание 1/2

Какие два предмета может взять с собой в салон самолета Иван Иванович? Перетащите в ячейки таблицы карточки с рисунками предметов.

Ручная кладь			
Решение 1		Решение 2	

Задание 2/2

Иван Иванович взял в салон самолета рюкзак и ноутбук. Как Ивану Ивановичу поступить с оставшимися предметами? Запишите ответ, объясните его.

Ответ: _____

Характеристика задания 1/2

1. Область математического содержания: Количество
2. Контекст: Личная жизнь
3. Мыслительная деятельность: Формулировать
4. Описание задания («объект оценки») — сравнение величин; округление величин; прикидка результата сложения двух или нескольких величин
5. Уровень сложности: 2
6. Формат ответа: краткий ответ (перетаскивание фигур — фигу-

ры неисчерпаемы)

7. Критерии оценивания:

- *ответ принимается полностью*, если приведены два верных ответа: «коробка и ноутбук» и «рюкзак и ноутбук» и не указаны неверные ответы.
- *ответ принимается частично*, если приведен один из верных ответов и не приведен неверный ответ.
- *ответ не принимается*, если приведены другие решения.

8. Дополнительно. Проверяются следующие действия универсального характера: интерпретировать данные, приведенные в тексте и на рисунке; находить и учитывать все необходимые условия; находить разные решения задачи.

Характеристика задания 2/2

1. Область математического содержания: Количество
2. Контекст: Личная жизнь
3. Мыслительная деятельность: Рассуждать
4. Описание задания («объект оценки») — умение выполнять вычисления с величинами, числами, выполнять сравнение и округление величин, прикидку результата.
5. Уровень сложности: 3
6. Формат ответа: развернутый ответ (использование клавиатуры)
7. Критерии оценивания:
 - *ответ принимается полностью*, если дан верный ответ: «Сдать в багаж», «Оформить дополнительное место багажа за 1 000 р.»

Примеры возможного объяснения:

Объяснение 1: *Чемодан весит меньше 20 кг, его можно сдать в багаж бесплатно. Коробка весит меньше 20 кг, дополнительное место стоит 1 000 р.*

Объяснение 2: *Коробку сдать в багаж бесплатно.*

Чемодан сдать в багаж за 1 000 р.

- *ответ принимается частично*, если дан верный ответ: «Сдать в багаж чемодан и коробку», а объяснение, неполное, но не содержит неверных утверждений, или объяснение не приведено.
 - *ответ не принимается*, если приведены другие решения.
8. Дополнительно. Проверяются следующие действия универсального характера:

- интерпретировать данные, приведенные в тексте;
- планировать ход решения, делать вывод,
- объяснять решение предложенной проблемы.

7 класс. Задание «Бугельные подъемники»

Для подъема горнолыжников и сноубордистов к месту начала спуска используют различные типы горнолыжных подъемников: гондольные, кресельные и бугельные.

Бугельные подъемники осуществляют подъем лыжников от нижней станции до верхней за счет бугеля (перекладины) или тарелки, их вместимость — 1 или 2 человека.



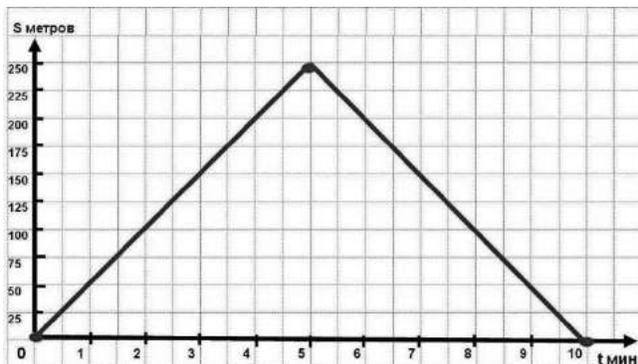
Характеристики двух бугельных подъемников представлены в таблице.

Бугельный тип подъемника	Длина трассы, м	Время подъема, мин	Пропускная способность, чел./ч	Вместимость одного бугеля, чел.	
	А	250	5	600	1
	Б	180	4	360	2

Вопрос 1/2

На рисунке изображен график зависимости расстояния между бугелем и нижней станцией подъемника от времени движения. По горизонтальной оси отложено время движения бугеля (в минутах), по вертикальной оси — расстояние от бугеля до нижней станции (в метрах).

Посмотрите на график и ответьте на вопросы:



А) Какое расстояние будет между бугелем и нижней станцией через 3 минуты после начала подъема?

Ответ: _____

Б) Для какого подъемника (А или Б) представлен график зависимости?

Ответ: _____

Вопрос 2/2

Пропускная способность подъемника — это количество лыжников, которые могут подняться от нижней станции до верхней в течение одного часа.



Что необходимо знать из приведенного ниже списка, чтобы подсчитать пропускную способность подъемника?

Отметьте эти характеристики галочкой.

- Длина трассы подъемника.
- Вместимость одного бугеля.
- Время подъема бугеля с нижней станции до верхней.
- Общее количество бугелей на подъемнике.
- Перепад высот между нижней и верхней станциями.

Характеристика задания 1/2

1. Область математического содержания: Неопределенность и данные
2. Контекст: Научная жизнь
3. Мыслительная деятельность: Интерпретировать
4. Описание задания («объект оценки») — умение читать, сопоставлять и интерпретировать данные, представленных в таблице и на графике
5. Уровень сложности: 1
6. Формат ответа: А) и Б) краткий ответ
7. Критерии оценивания:
 - *ответ принимается полностью*, если даны верные ответы на оба вопроса: А) 150 м; Б) А.
 - *ответ не принимается*, если даны другие ответы.

Характеристика задания 2/2

1. Область математического содержания: Количество
2. Контекст: Научная жизнь
3. Мыслительная деятельность: Формулировать
4. Описание задания («объект оценки») — умение исследовать и интерпретировать данные и величины, находить зависимости.
5. Уровень сложности: 3
6. Формат ответа: множественный выбор
7. Критерии оценивания:
 - *ответ принимается полностью*, если дан ответ: 2, 3, 4.
 - *ответ принимается частично*, если дан ответ: 3, 4.
 - *ответ не принимается*, если даны любые другие ответы.

Заключение

В интересах развития и повышения качества российского образования и учитывая результаты учащихся в исследовании PISA, необходимо при обучении математике делать акцент на формирование

математической грамотности учащихся. Для этого целесообразно использовать вышеизложенные подходы к составлению заданий, предназначенных для формирования и оценки математической грамотности, а также продолжить поиски новых методов и форм обучения, актуальных при выполнении данных заданий.

Статья выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ «Институт стратегии развития образования Российской академии образования» на 2018–2019 годы «Создание методологии исследования, анализа и прогноза результатов международных и национальных исследований качества образования. Научное обоснование и проведение работ по оценке качества общего образования на основе методологии и инструментария международных исследований качества подготовки обучающихся».

Литература

1. Леонтьев А. А. Педагогика здравого смысла. Избранные работы по философии образования и педагогической психологии / сост., предисл., коммент. Д. А. Леонтьева. М.: Смысл, 2016. 528 с.
2. Примерная основная образовательная программа начального общего образования: одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 8 апреля 2015 г. № 1/15) [Электронный ресурс] // Реестр примерных основных общеобразовательных программ. Министерство образования и науки Российской Федерации: [официальный сайт]. URL: <http://fgosreestr.ru/registry/primernaya-osnovnaya-obrazovatel'naya-programma-nachalnogo-obshhego-obrazovaniya-2> (дата обращения: 18.07.2019).
3. Примерная основная образовательная программа основного общего образования: одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 8 апреля 2015 г. № 1/15) [Электронный ресурс] // Реестр примерных основных общеобразовательных программ. Министерство образования и науки Российской Федерации: [официальный сайт]. URL: <http://fgosreestr.ru/registry/primernaya-osnovnaya-obrazovatel'naya-programma-osnovnogo-obshhego-obrazovaniya-3> (дата обращения: 18.07.2019).
4. Результаты международного исследования PISA 2015 (краткий отчет на русском языке) [Электронный ресурс]. URL: http://centeroko.ru/pisa15/pisa15_pub.html (дата обращения: 18.07.2019).
5. Рослова Л. О. Функциональная математическая грамотность: что под этим понимать и как формировать // Педагогика. 2018. № 10. С. 48–55.
6. Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования [Электронный ресурс] // Федеральные государственные образовательные стандарты: [официальный сайт]. URL: <https://fgos.ru> (дата обращения: 18.07.2019).
7. Холодная М. А. Приоритеты современного образования: способность адаптироваться к социуму или интеллектуальное развитие и воспитание? // Психология и современное российское образование: мат-лы IV Всероссийского съезда психологов образования России (8–12 декабря 2008 г., Москва). М., 2008. С. 381–383.
8. Kautz T., Heckman J., Diris R. et al. Fostering and measuring skills: Improving cognitive and non-cognitive skills to promote lifetime success // OECD Education Working Papers. 2014. No. 110. Paris: OECD Publishing. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/5jxsr7vr78f7-en>.
9. OECD Governing Board PISA 2021 Mathematics Framework (First Draft). April 2018. P. 8,

21–22.

10. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition. Paris: PISA, OECD Publishing, 2017. P. 65–80.

11. PISA 2015 Results (Volume 1): Excellence and Equity in Education. Paris: PISA, OECD Publishing, 2016. P. 179–183. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>.

12. PISA 2018 Draft Analytical Framework [Электронный ресурс] // OECD: [официальный сайт]. URL: <http://www.oecd.org/pisa/data/PISA-2018-draft-frameworks.pdf> (дата обращения: 18.07.2019).

13. PISA 2021 Mathematics Framework (First Draft). Stockholm: PISA, OECD Publishing, 2018. P. 46.

CONCEPTUAL BASES OF FORMATION AND ASSESSMENT OF MATHEMATICAL LITERACY

The authors of the article presented the concept of mathematical literacy, the content of which is considered in the context of functional literacy. The article presents information on the results of Russian students in mathematical literacy in the international study PISA (Programme for International Student Assessment) for the period 2003–2015, which demonstrate low rates. The authors highlight the conceptual framework for the assessment of mathematical literacy in the PISA study, describe the structural components of the organization of research and development tasks, namely: the context, the scope of the mathematical content of the task and mental activity. The article lists subject and meta-disciplinary skills, the formation or development of which in the context of mathematical literacy should be paid attention to when studying in the grades 5 and 7. The authors outlined general approaches to the compilation of tasks for “soft monitoring” on the assessment and formation of mathematical literacy, which corresponds to the concept of the PISA-2021 study, and also presented the structure of the characteristics of tasks, the principles of compiling task blocks for monitoring purposes, examples of tasks from “soft monitoring” for 5th and 7th grade students with a description of their main characteristics. The article also presents various methods and forms of education offered for the formation of mathematical literacy of students.

Keywords: mathematical literacy, functional literacy, PISA international study (Programme for International Student Assessment), concept of study PISA-2021, approaches to drawing up tasks, math literacy monitoring.

References

- Federal'nyj gosudarstvennyj obrazovatel'nyj standart osnovnogo obshchego obrazovaniya [Elektronnyj resurs] // Federal'nye gosudarstvennye obrazovatel'nye standarty: [oficial'nyj sayt]. URL: <https://fgos.ru> (data obrashcheniya: 18.07.2019). [In Rus].
- *Holodnaya M. A.* Prioritety sovremennogo shkol'nogo obrazovaniya: sposobnost' adaptirovat'sya k sotsiumu ili intellektual'noe razvitie i vospitanie? // *Psihologiya i sovremennoe rossijskoe obrazovanie: mat-ly IV Vserossijskogo s'ezda psihologov obrazovaniya Rossii (8–12 dekabrya 2008 g., Moskva)*. M., 2008. P. 381–383. [In Rus].
- *Kautz T., Heckman J., Diris R.* et al. Fostering and measuring skills: Improving cognitive and non-cognitive skills to promote lifetime success // *OECD Education Working Papers*. 2014. No. 110. Paris: OECD Publishing. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/5jxsr7vr78f7-en>.
- *Leont'ev A. A.* Pedagogika zdravogo smysla. Izbrannye raboty po filosofii obrazovaniya i pedagogicheskoy psihologii / sost., predisl., komment. D. A. Leont'eva. M.: Smysl, 2016. 528 c. [In Rus].
- OECD Governing Board PISA 2021 Mathematics Framework (First Draft). April 2018. P. 8, 21–22.
- PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving, revised edition. Paris: PISA, OECD Publishing, 2017. P. 65–80.
- PISA 2015 Results (Volume 1): Excellence and Equity in Education. Paris: PISA, OECD Publishing,

2016. P. 179–183. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>.

- PISA 2018 Draft Analytical Framework [Elektronnyj resurs] // OECD: [oficial'nyj sayt]. URL: <http://www.oecd.org/pisa/data/PISA-2018-draft-frameworks.pdf> (data obrashcheniya: 18.07.2019).
- PISA 2021 Mathematics Framework (First Draft). Stockholm: PISA, OECD Publishing, 2018. P. 46.
- Primernaya osnovnaya obrazovatel'naya programma nachal'nogo obshchego obrazovaniya: odobrenna resheniem federal'nogo uchebno-metodicheskogo ob'edineniya po obshchemu obrazovaniyu (protokol ot 8 aprelya 2015 g. № 1/15) [Elektronnyj resurs] // Reestr primernyh osnovnyh obshcheobrazovatel'nyh programm. Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii: [oficial'nyj sayt]. URL: <http://fgosreestr.ru/registry/primernaya-osnovnaya-obrazovatel'naya-programma-nachal'nogo-obshhego-obrazovaniya-2> (data obrashcheniya: 18.07.2019). [In Rus].
- Primernaya osnovnaya obrazovatel'naya programma osnovnogo obshchego obrazovaniya: odobrenna resheniem federal'nogo uchebno-metodicheskogo ob'edineniya po obshchemu obrazovaniyu (protokol ot 8 aprelya 2015 g. № 1/15) [Elektronnyj resurs] // Reestr primernyh osnovnyh obshcheobrazovatel'nyh programm. Ministerstvo obrazovaniya i nauki Rossijskoj Federacii: [oficial'nyj sayt]. URL: <http://fgosreestr.ru/registry/primernaya-osnovnaya-obrazovatel'naya-programma-osnovnogo-obshhego-obrazovaniya-3> (data obrashcheniya: 18.07.2019). [In Rus].
- Rezul'taty mezhdunarodnogo issledovaniya PISA 2015 (kratkij otchet na russkom yazyke) [Elektronnyj resurs]. URL: http://centeroko.ru/pisa15/pisa15_pub.html (data obrashcheniya: 18.07.2019). [In Rus].
- *Roslova L. O.* Funkcional'naya matematicheskaya gramotnost': chto pod etim ponimat' i kak formirovat' // Pedagogika. 2018. № 10. S. 48–55. [In Rus].