

# TIMSS: математическая подготовка учащихся основной и начальной школы

Ковалева Г.С.,  
Дюкова С.Е.,  
Калинова Г.С.,  
Корощенко А.С.,  
Кошеленко Н.Г.,  
Нурминский И.И.,  
Резникова В.З.,  
Смирнова Е.С.

Организаторы исследования TIMSS, привлекая представителей всех стран-участниц, определили область содержания проверки, учитывая важность изучения этих вопросов в рамках математики, а также запросы современного общества. При этом были выделены вопросы содержания, общие для большинства стран-участниц, а также те вопросы, которые изучаются далеко не в каждой стране, но овладеть которыми необходимо в современном обществе. Этим, например, объясняется включение темы «Вероятность. Статистика», которая к моменту тестирования в ряде стран (включая и Россию) отсутствовала в программе обучения математике начальной и основной школы.

Очевидно, что при таком подходе содержание заданий в той или иной степени не отвечало содержанию программы обучения математике соответствующей параллели классов в каждой из стран. Для России это отличие значительно больше, чем для многих стран, так как программа российской основной и начальной школы сильно отличается от программ большинства других стран по номенклатуре вопросов и требованиям к подготовке учащихся.

Для выявления тенденций в изменении состояния математической подготовки учащихся в 2003 году были сохранены тематика большинства заданий и проверяемые виды учебной деятельности, которые были приняты на предыдущих этапах исследования в 1995 и 1999 годах. Кроме того, в 2003 году в тесты для учащихся 8 класса были включены без изменений 79 заданий из тестов 1995 и 1999 годов, для учащихся начальной школы — 37 заданий из тестов 1995 года.

План разработки тестовых заданий по математике определялся двумя составляющими — содержанием области проверки и видами учебно-познавательной деятельности, владение которыми должны продемонстрировать учащиеся. С этой целью материал школьного курса математики, как и на прежних этапах исследования, был разделён на пять общепринятых блоков содержания, типичных для большинства стран-участниц мониторинга: «Числа», «Алгебра», «Измерения», «Геометрия», «Анализ данных». Кроме того, были выделены четыре вида учебно-познавательной деятельности: «Знание фактов и методов», «Применение понятий», «Решение стандартных задач», «Рассуждения. Коммуникативные умения», которые были выделены в 1995 и 1999 годах как ещё один вид учебно-познавательной деятельности, в 2003 году было решено не выделять, так как эти умения проверяются при проверке овладения материалом различных тем программы.

В таблице 2.1 представлено распределение заданий по математике в тестах TIMSS, которые проверяют овладение материалом выделенных блоков содержания.

Таблица 2.1

## Распределение заданий по содержанию, %

Блоки содержания	4 класс	8 класс
Числа	39%	30%
Алгебра	15%	24%

Измерения	20%	16%
Геометрия	15%	16%
Анализ данных	11%	14%

Неравномерное распределение времени на оценку освоения материала различных блоков позволяет сделать вывод о значении, которое придаётся материалу того или иного блока в данном исследовании. Очевидно, что при проверке подготовки учащихся начальной школы центральное место занимают две темы — «Числа» и «Измерения», а при проверке подготовки учащихся основной школы — «Числа» и «Алгебра».

Ниже приведены основные темы, включённые в блоки содержания в 2003 году:

**Числа** — «Натуральные числа», «Обыкновенные и десятичные дроби», «Целые числа», «Отношения, пропорции и проценты».

**Алгебра** — «Последовательности», «Алгебраические выражения», «Уравнения», «Зависимости».

**Измерения** — «Свойства и единицы измерения», «Инструменты, техника измерения и формулы».

**Геометрия** — «Прямые и углы», «Двухмерные и трёхмерные фигуры», «Равенство и подобие», «Местоположение и взаимное расположение фигур», «Симметрия и движения в пространстве и на плоскости».

**Анализ данных** — «Сбор и организация данных», «Представление данных», «Интерпретация данных», «Неопределённость и вероятность».

Для разработки тестовых заданий был составлен перечень вопросов содержания, которые определили состав каждого из выделенных блоков содержания и конкретизировали требования к подготовке учащихся. В качестве примера приведём описание тематики и требований к материалу блока «Анализ данных» в расчёте на учащихся начальной школы. Материал данного блока представляет для нас особый интерес, поскольку эта тема только в 2004 году включена в программу основной и средней школы и по настоящее время отсутствует в программе российской начальной школы. В этом блоке выделены три темы: «Сбор и организация данных», «Представление данных», «Интерпретация данных». В рамках этих тем проверялись умения:

- выполнять несложные планы сбора данных и работать с данными;
- понимать сущность числовых данных и символов, с помощью которых представлены эти данные (например, понимать, что некоторые числа означают значения данных, а другие числа — частоту этих значений);
- распределять имеющиеся данные на группы, отличающиеся по состоянию некоторого свойства (например, по возрасту, высоте, цвету, форме и т.п.);
- читать данные, представленные в несложных таблицах, на столбчатых и круговых диаграммах, пиктограммах;
- представлять полученные самостоятельно или готовые данные в форме таблиц, пиктограмм и столбчатых диаграмм;
- сравнивать и устанавливать соответствие между различными формами представления одних и тех же данных (например, в форме диаграммы и таблицы);
- сравнивать значения показателей, характеризующих данные, связанные между собой;
- делать выводы на основе имеющихся данных.

Усвоение учебного материала, контролируемого в исследовании, проверялось при выполнении различных видов учебно-познавательной деятельности. Всего выделено четыре вида деятельности: «Знание фактов и процедур», «Применение понятий», «Решение стандартных задач», «Рассуждения» (объяснения).

Распределение заданий по видам деятельности весьма условно, так как в зависимости от содержания и требований к подготовке учащихся в той или иной стране одно и то же задание придётся отнести к разным видам деятельности. Это замечание в полной мере справедливо и для российской школы.

Приведём краткое описание выделенных видов деятельности, принятое авторами концепции исследования.

**Знание фактов и процедур.** Возможность использования математики для решения предложенной проблемы зависит от математических знаний школьника. Чем больше соответствующих знаний может воспроизвести ученик, тем больше его потенциальная возможность справиться с различными проблемами. *Факты* включают знание языка математики и математических фактов и свойств, которые составляют основу математического мышления. *Процедуры* составляют «мостик» между базовыми знаниями и использованием математики для решения стандартных проблем, особенно тех, с которыми большинство людей встречается в своей повседневной жизни. По сути, использование процедур сводится к воспроизведению последовательности действий и их выполнению — например, к безошибочному выполнению вычислительных процедур или использованию соответствующих инструментов. Учащиеся должны понимать, что определённые процедуры могут быть использованы не только для решения некоторых конкретных проблем, но и для решения целого класса проблем.

**Применение понятий.** Применение понятий включает: знание определений и свойств понятий, классификацию математических объектов, представление (изображение) математических объектов, формулировку проблемы и распознавание информации, необходимой для решения поставленной проблемы.

Овладение математическими понятиями очень важно для использования математики для решения задач, для объяснения выполненных действий и соответственно для понимания математики. Овладение понятиями даёт возможность учащимся устанавливать связи между элементами знаний, которые в противном случае останутся разрозненными фактами. Это позволяет учащимся расширять свои знания, выносить суждения об обоснованности математических утверждений и методов и формировать математические представления, которые составляют основу математического мышления, письменной и устной математической речи.

**Решение стандартных задач.** Решение задач является главной целью изучения математики. Проверке подлежит овладение умениями (работать с выражениями, выбирать метод решения, составлять математические модели и т.п.), которые являются составными частями умения решать задачи. К стандартным отнесены знакомые учащимся задачи разной сложности, при решении которых отрабатываются определённые методы или техника решения.

Задачи, предложенные в международных тестах, имели чисто математическое содержание или в них была предложена для разрешения некоторая практическая ситуация. В зависимости от сложности предложенной ситуации, а также необходимости использовать известный, стандартный метод или разработать новый метод решения эти задачи считали либо стандартными, либо нестандартными и по виду проверяемой деятельности относили либо к «решению стандартных задач», либо к «математическим рассуждениям».

**Математические рассуждения.** Проведение математических рассуждений способствует развитию логического, систематического мышления. Проведение математических рассуждений включает интуитивные и индуктивные рассуждения, базирующиеся на рассмотрении последовательностей и зависимостей, которые могут быть использованы для решения нестандартных задач. Нестандартными считают задачи, с которыми, скорее всего, учащиеся не встречались в процессе обучения. Эти задачи могут быть чисто математическими или связанными с реальными ситуациями.

В таблице 2.2 приведено распределение заданий в математической части тестов TIMSS для учащихся 4 и 8 классов по различным видам учебно-познавательной деятельности.

Таблица 2.2

## Распределение заданий по видам учебно-познавательной деятельности, %

Виды учебно-познавательной деятельности	4-й класс	8-й класс
Знание фактов и процедур	24%	23%
Применение понятий	23%	19%
Решение стандартных задач	37%	36%
Математические рассуждения	16%	22%

Обращает на себя внимание неравномерное распределение времени на эти виды деятельности. Разработчики концепции исследования придерживаются общепринятого мнения о том, что конечная цель обучения математике — сформировать способность решать различные задачи, с которыми школьникам приходится иметь дело при обучении. Поэтому больше всего времени выделено на проверку умения решать математические задачи — стандартные задачи, подобные тем, с которыми учащиеся основной и начальной школы встречались на уроках (4 класс — 37%, 8 класс — 36%), а также нестандартные задачи, требующие математических рассуждений (4 класс — 16%, 8 класс — 22%). При этом значительное время (4 класс — 47%, 8 класс — 42%) уделено проверке овладения основой, на которой формируется способность решать задачи, т.е. проверке знания фактов и процедур, овладения важными математическими понятиями.

В заключение отметим, что для проверки выделенной области содержания были использованы различные типы заданий. При сравнении инструментария 1995 и 2003 годов обращает на себя внимание существенное изменение соотношения между типами заданий. В таблице 2.3 представлено распределение типов заданий в тесте для начальной школы.

Таблица 2.3

### Типы тестовых заданий

#### С выбором ответа

1995 год	75%
2003 год	56%

#### С кратким ответом

1995 год	16%
2003 год	28%

#### С развёрнутым ответом

1995 год	6%
2003 год	5%

#### Другие\*

1995 год	3%
2003 год	13%

#### Всего вопросов

1995 год	103
2003 год	161

\* Эти задания включают построение фигур, распознавание равных фигур среди предложенных, заполнение таблиц различного вида, определение положения и построение точек на карте с учётом её масштаба.

Приведенные в таблице 2.3 данные явно свидетельствуют об изменении предпочтений при выборе типов заданий в 2003 году. Уменьшено число заданий с выбором ответа в пользу заданий с кратким ответом, увеличено количество заданий с кратким ответом. При этом по-прежнему сохранено небольшое число заданий, требующих записи объяснения или решения. Такая же тенденция характерна и для состава заданий для учащихся 8-го класса.

Задания, разработанные для исследования, оценивались экспертами каждой из стран-участниц. Отобранные задания проходили выборочную проверку в школах всех стран. В итоге этой работы для составления тестов для восьмиклассников были отобраны 194 математических задания. На их основе были подготовлены 12 вариантов международных тестов, в каждом из которых были задания по математике и по естествознанию. Эти варианты содержали 70–83 задания, часть из которых включали по 2–3 вопроса. В шести тетрадах отношение между числом заданий по математике и естествознанию составляло примерно 2:1, а в остальных шести тетрадах — 1:2. На выполнение теста отводилось 90 минут.

Для составления тестов для учащихся начальной школы было отобрано 161 задание. На их основе были составлены, как и для учащихся 8 класса, 12 вариантов международных тестов, каждый из которых включал задания по математике и естествознанию. Эти варианты содержали 56–67 заданий, включавших от 66 до 72 вопросов. В шести тетрадах отношение между числом заданий по математике и естествознанию составляло 2:1, а в остальных шести тетрадах — 1:2. На выполнение теста отводилось 72 минуты.

## **Результаты российских учащихся 8-х классов**

Количественной характеристикой математической подготовки учащихся конкретной страны служит средний балл, который подсчитывался по результатам выполнения математических заданий вариантов международного теста учащимися этой страны. Кроме того, вычислялся также средний международный балл, который подсчитывался по результатам всех стран-участниц (см. таблицу 2.4 (см. PDF версию журнала)). В качестве дополнительной информации, необходимой для интерпретации результатов, в таблице для каждой страны приведены число лет обучения в школе на момент тестирования, средний возраст тестируемых учащихся и индекс развития стран.

Сравнение среднего балла конкретной страны со средним международным баллом позволяет соотнести успешность выполнения тестов учащимися данной страны со средней успешностью выполнения тестов учащимися всех стран. Очевидно, что значение среднего международного балла зависит от состава стран. В 2003 году среди 46 стран-участниц почти половина впервые принимала участие в исследовании подготовки учащихся 8 класса, и уровень математической подготовки во многих из них был невысокий. Поэтому и средний международный балл восьмиклассников оказался невысоким (467 баллов). Его значение было значительно ниже, чем в 1995 и 1999 годах. Средний балл российских учащихся 8 класса (508 баллов) статистически значимо выше среднего международного балла.

По сравнению с предыдущими этапами исследования TIMSS (в 1995 и 1999 годах) в результатах стран произошли изменения, которые отражены в таблице 2.5. Результаты российских восьмиклассников по сравнению и с 1995, и с 1999 годом стали статистически значимо ниже (526 балла в 1999 году и 524 балла в 1995 году). Следует отметить, что только Литва значительно улучшила свои результаты за период с 1995 по 2003 год;

японские и бельгийские школьники, также как и учащиеся России, значимо ухудшили свои результаты по сравнению с результатами предыдущих исследований.

Таблица 2.5

### **Изменения результатов стран по математике в исследовании TIMSS (8-й класс)**

#### **С 1999 г. по 2003 г.**

Страны, результаты в которых статистически значимо улучшились  
Литва, Израиль, Филиппины

Страны, результаты в которых статистически значимо ухудшились  
Япония, Бельгия (фл.), Российская Федерация, Словацкая Республика, Болгария, Кипр, Македония, Иран, Тунис

#### **С 1995 г. по 2003 г.**

Страны, результаты в которых статистически значимо улучшились  
Республика Корея, Гонконг, Латвия, США, Литва

Страны, результаты в которых статистически значимо ухудшились  
Япония, Бельгия (фл.), Российская Федерация, Словацкая Республика, Швеция, Болгария, Норвегия, Кипр

Сравнение среднего балла России со средними баллами других стран позволило определить позицию России (см. таблицу 2.4) по отношению к каждой из 46 стран-участниц исследования.

— результаты значимо *выше среднего балла России* в 9 странах: Сингапур, Республика Корея, Гонконг, Тайвань, Япония, Бельгия (фл.), Нидерланды, Эстония, Венгрия;

— результаты *не отличаются от среднего балла России* в 7 странах: Малайзия, Латвия, Словацкая Республика, Австралия, США, Литва, Англия;

— результаты значимо *ниже среднего балла России* в 30 странах: Швеция, Шотландия, Израиль, Новая Зеландия, Словения, Италия, Болгария, Румыния, Норвегия и др.

Таким образом, среди 46 стран-участниц 9 стран показали результаты выше российских. При этом различие намного больше со странами Юго-Восточной Азии и Тихоокеанского региона и Бельгией, которые, как и на первых двух этапах исследования (1995 и 1999 годов) показали результаты выше остальных стран. В то же время не в лучшую сторону изменилось положение России по сравнению с другими странами. Так, в 1999 году результаты учащихся Нидерландов и Венгрии не отличались от российских, а результаты учащихся США, Литвы и Англии были существенно ниже российских.

Дополнительно к средним результатам стран в таблице 2.4 приведены распределения результатов учащихся 8 классов по математике внутри каждой из стран-участниц исследования, что даёт возможность сравнить результаты всей совокупности учащихся, выделив отдельные группы, например, наименее подготовленных и наиболее подготовленных учащихся. В качестве количественного показателя, характеризующего выполнение теста различными группами учащихся, используется процентиль. В исследовании TIMSS использованы процентиля 5-й, 25-й, 50-й, 75-й и 95-й.

Процентили позволяют распределить учащихся на группы, различающиеся уровнем учебных достижений, в данном случае — по математике. О результатах наиболее слабо подготовленной группы учащихся позволяет судить 5-й процентиль, о результатах наиболее сильной — 95-й процентиль.

При выполнении международного теста 5% самых слабо подготовленных российских учащихся 8 классов (5-й процентиль) показали результаты по математике 381 балл и ниже, а остальные 95% — выше 381 балла. Данные по 95-му процентилю показывают, что 5% наиболее подготовленных российских учащихся получили за выполнение математической части теста более 632 баллов, а 95% — 632 балла и ниже.

В России разница между результатами 5% самых сильных и 5% самых слабых учащихся 8 классов составляет около 250 баллов. Из таблицы 2.4 видно, что в других странах разброс результатов разный — от 200 баллов (Тунис) до 300 баллов и более (Тайвань, Индонезия, Египет, Гана, ЮАР).

Сравнение результатов выполнения математической части теста различными группами восьмиклассников российских школ по трём циклам исследования TIMSS (1995, 1999 и 2003 годов) показывает значительное их снижение для наиболее подготовленных учащихся (5% и 25% лучших) в 2003 году (см. таблицу 2.6 и рис. 2.1).

Таблица 2.6

**Результаты выполнения учащимися 8 классов России математической части теста TIMSS (по процентилям)**

	5-й процентиль	25-й процентиль	50-й процентиль	75-й процентиль	95-й процентиль
2003 год	381 (5,5)	456 (4,2)	509 (4,5)	561 (4,0)	632 (7,5)
1999 год	385 (3,7)	471 (1,0)	526 (0,5)	584 (1,2)	666 (2,9)
1995 год	388 (4,5)	471 (5,6)	536 (11,3)	600 (8,2)	687 (2,9)

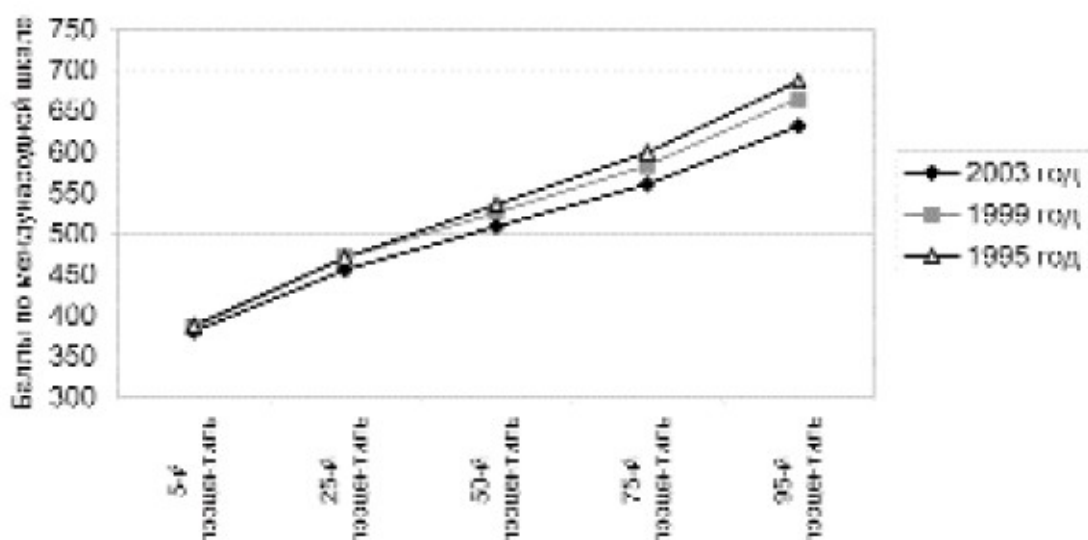


Рис. 2.1. Сравнение результатов по математике учащихся 8 классов России по годам (по процентилям)

Значительный интерес представляет принятый в исследовании подход к распределению учащихся на группы, различающиеся уровнем математической подготовки, и составлению описания деятельности, характерной для выделенных уровней подготовки учащихся. Количественная оценка трудности заданий теста подсчитывалась по технологии, разработанной в рамках современной теории тестирования (IRT — Item Response Theory). Этот подход был основан на учёте реальной трудности заданий, включённых в варианты международного теста.

Выполнение учащимся тестовых заданий оценивалось по принятой в исследовании 1000-балльной шкале (среднее значение равно 500 и стандартное отклонение равно 100). С учётом трудности заданий, выполненных учащимся, ему по данной шкале выставлялись соответствующие баллы.

На международной шкале было выделено четыре уровня математической подготовки:

- продвинутый уровень — 625 баллов и более;
- высокий уровень — 550–624 балла;
- средний уровень — 475–549 баллов;

— низкий уровень — 400–474 балла.

Для каждой из четырех групп были подсчитаны проценты верных ответов на задания международного теста. Затем были выделены все задания, которые выполнили не менее 65% учащихся первой группы и менее 50% учащихся всех других групп. Эти задания и были приняты в качестве показателей, характеризующих продвинутый уровень математической подготовки. Содержание этих заданий и виды деятельности, которые требовалось применить для их выполнения, были использованы для содержательного описания математической подготовки, отвечающей продвинутому уровню. Этот же подход был применен для остальных трёх выделенных групп учащихся.

Очевидно, что эта оценка математической подготовки ученика имеет вероятностный характер. Поэтому её нельзя трактовать так, что конкретный ученик не способен решить ни одной задачи, реальная трудность которой выше полученного им балла, и решит любую задачу, трудность которой соответствует или ниже полученного им балла. Принятый в исследовании подход позволяет сделать вывод о том, что существует достаточно большая вероятность (65%), что ученик успешно справится с заданиями, трудность которых ниже оценки состояния его математической подготовки, и скорее не сможет выполнить задания, трудность которых выше полученной им оценки.

Отметим, что описания этих уровней явно несут на себе отпечаток содержания конкретных заданий, отобранных для международного теста.

Ниже приведено описание четырех уровней математической подготовки учащихся 8 класса, которое было составлено разработчиками международных тестов.

1. *Продвинутый уровень* математической подготовки (625 баллов и более). Учащиеся могут организовывать информацию, делать обобщения, решать нестандартные проблемы, делать выводы на основе исходных данных и обосновывать их. Они могут вычислить изменения имеющихся данных, связанные с процентами, применить свои знания алгебраических понятий и зависимостей, а также понятий, изучаемых в теме «Числа», к решению задач. Учащиеся могут решить систему линейных уравнений и составить алгебраическую модель несложной ситуации. Они могут применить свои знания по темам «Измерения» и «Геометрия» для решения сложных проблем. Они могут интерпретировать, интерполировать и экстраполировать данные, представленные в различных таблицах и на графиках.

2. *Высокий уровень* математической подготовки (550–624 балла). Учащиеся могут применять свои знания в разнообразных, достаточно сложных ситуациях. Они могут упорядочивать, соотносить и производить вычисления с обыкновенными и десятичными дробями при решении текстовых задач, выполнять действия с отрицательными числами и решать многошаговые текстовые задачи с использованием пропорциональной зависимости величин, значения которых выражены натуральными числами. Учащиеся могут выполнять несложные алгебраические задания, включающие составление выражений, решение систем линейных уравнений, определять значения величин, используя известные формулы. Они могут найти площади и объёмы стандартных геометрических фигур, использовать знание свойств геометрических понятий для решения задач. Они могут решить простую задачу, связанную с вероятностью случайных событий, интерпретировать информацию, представленную в разнообразных таблицах и на графиках.

3. *Средний уровень* математической подготовки (475–549 баллов). Учащиеся могут применять базовые математические знания в стандартных, чётко определённых ситуациях. Они могут складывать, умножать, вычитать натуральные числа и десятичные дроби при решении одношаговых текстовых задач. Они понимают геометрическую интерпретацию различных по величине обыкновенных дробей. Они понимают простые алгебраические зависимости, могут решить линейное уравнение с одной переменной. Они демонстрируют понимание свойств треугольника, владеют базовыми геометрическими понятиями, включая симметрию и поворот. Они понимают стандартную систему обозначений,



связанных с понятием вероятности событий. Они могут читать и интерпретировать данные, представленные в таблицах, на графиках, картах и различных шкалах.

4. *Низкий уровень* математической подготовки (400–474 балла). Учащиеся обладают некоторыми базовыми знаниями.

На рисунке 2.2 приведено распределение российских восьмиклассников по выделенным уровням математической подготовки на трёх этапах исследования: в 2003, 1999 и 1995 годах.

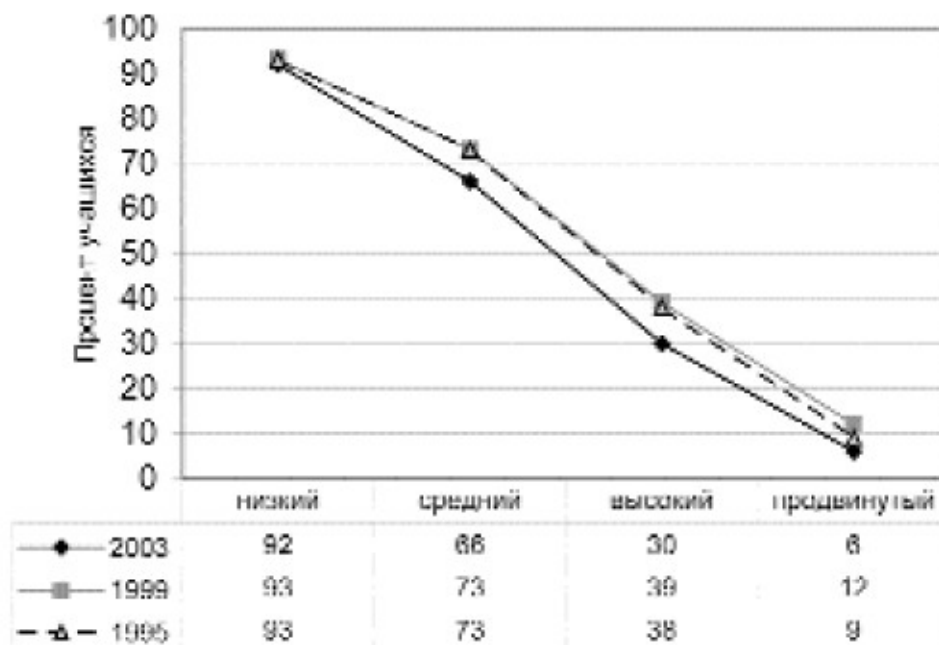


Рис. 2.2. Распределение российских учащихся 8-го класса по уровням учебных достижений по математике в 2003 году в сравнении с 1999 и 1995 годами.

Приведённые данные показывают, что по сравнению с результатами, показанными на первых двух этапах исследования, в 2003 году произошло явное снижение числа российских учащихся, достигших продвинутого, высокого и среднего уровней математической подготовки.

Интересно сравнить российские результаты с результатами других стран (см. таблицу 2.7).

Таблица 2.7

#### Распределение учащихся 8 классов (в%) по уровням математической подготовки

Страны	Продвинутый	Высокий	Средний	Низкий
Сингапур (выше России)	44	77	93	99
Республика Корея (выше России)	35	70	90	98
Гонконг (выше России)	31	73	93	98
Япония (выше России)	24	62	88	98
Венгрия (выше России)	11	41	75	95
Словацкая Республика (как в России)	8	31	66	90
Австралия (как в России)	7	29	65	90
США (как в России)	7	29	64	90
Россия	6	30	66	92

Самый высокий уровень математической подготовки показали 6% российских восьмиклассников. В лидирующих странах (Сингапур, Республика Корея, Гонконг,

Япония) таких учащихся намного больше — 24% — 44%, в группе стран, результаты которых не отличаются от российских (Словацкая Республика, Австралия и др.), — 5% — 8%.

## Результаты выпускников российской начальной школы

В таблице 2.8 (см. PDF версию журнала) представлены результаты всех стран, участвовавших в исследовании математической подготовки учащихся начальной школы. Средний балл российских выпускников начальной школы составил 532 балла, что значительно превышает средний международный балл.

Сравнение среднего балла России со средними баллами других стран позволило определить позицию выпускников начальной школы России среди 25 стран-участниц исследования (см. таблицу 2.8).

Отметим, что результаты выше, чем у выпускников российской начальной школы, показали четвероклассники 5 стран (Сингапура, Гонконга, Японии, Тайваня, Бельгии). Учащиеся 8 классов этих стран также показали результаты выше российских. Две страны (Нидерланды и Венгрия), результаты учащихся 8 классов которых значимо превышают российские, в исследовании подготовки выпускников начальной школы оказались в группе стран с результатами, не отличающимися от результатов России. Выпускники начальной школы США и Австралии показали результаты значимо ниже российских; учащиеся же 8 классов этих стран продемонстрировали результаты, от российских значимо не отличающиеся.

Распределение выпускников российской начальной школы по их результатам представлено в таблице 2.9.

Таблица 2.9

### Результаты выполнения выпускниками начальной школы России математической части теста TIMSS (по процентиллям)

	5-й перцентиль	25-й перцентиль	50-й перцентиль	75-й перцентиль	95-й перцентиль
2003 год	401 (13,7)	479 (7,3)	533 (6,0)	586 (5,7)	658 (6,6)

В России разница между результатами 5% самых сильных выпускников начальной школы и 5% самых слабых составляет около 260 баллов. При выполнении международного теста 5% самых слабо подготовленных учащихся России (5-й перцентиль) показали результаты по математике 401 балл и ниже. 5% наиболее подготовленных учащихся (95-й перцентиль) получили за выполнение математической части теста более 658 баллов. Сравнение по годам не проводится, т.к. Россия не участвовала в данной части исследования в предыдущие годы.

Как и для восьмиклассников, для учащихся начальной школы также были определены 4 уровня математической подготовки. Напомним, что все виды математической деятельности, которые выделены на более низких уровнях, являются составными частями деятельности, присущей более высокому по сравнению с ними уровню. Необходимо также иметь в виду, что в случае, когда оценка математической подготовки ученика ниже низкого уровня, не следует делать вывод о том, что этот ученик не может выполнять никакую математическую деятельность. Просто он не смог успешно применить свои математические знания даже в самых простых заданиях, предложенных в проведенном исследовании.

Ниже приведено описание этих уровней.

1. *Продвинутый уровень* математической подготовки (625 баллов и более). Учащиеся могут применять свои знания к решению широкого круга достаточно сложных проблем. Они демонстрируют понимание обыкновенных и десятичных дробей и соотношений между ними. Они могут выбрать информацию, нужную для решения

многошаговой текстовой задачи, в которой представлены пропорциональные величины; составить сами или выбрать из предложенных правило составления зависимости величин. Они владеют понятием площади и могут использовать единицы измерения и способы подсчета площади для решения поставленных проблем. Они демонстрируют некоторое понимание поворота фигур на плоскости и в пространстве; могут организовать, проинтерпретировать и представить данные, необходимые для решения поставленной проблемы.

2. *Высокий уровень* математической подготовки (550–624 балла). Учащиеся могут применить свои знания к решению поставленных проблем. Они могут решать многошаговые текстовые задачи на сложение, вычитание, умножение и деление; применять своё понимание поместного значения цифр в записи многозначного числа, а также несложных обыкновенных дробей для решения поставленных проблем; выделить числовые данные, которые характеризуют представленную в задаче ситуацию. Они показывают понимание пространственных фигур, разбиения фигур на части и составления из них новых фигур, а также простейших движений на плоскости; демонстрируют умение производить различные измерения, могут интерпретировать и использовать данные, представленные в таблицах и на графиках, для решения поставленных проблем.

3. *Средний уровень* математической подготовки (475–549 баллов). Учащиеся могут применить базовые математические знания в несложных (простых) ситуациях. Они могут прочитать, проинтерпретировать и использовать различные представления чисел. Они могут выполнять действия с трех- и четырехзначными числами и десятичными дробями; продолжить несложные числовые последовательности; знакомы с различными двумерными фигурами. Они могут прочитать и интерпретировать одни и те же данные, представленные в различной форме.

4. *Низкий уровень* математической подготовки (400–474 балла). Учащиеся имеют некоторые базовые знания. Они демонстрируют понимание натуральных чисел и могут выполнять с ними простые действия. Они знают основные свойства треугольников и прямоугольников. Они могут прочитать информацию, представленную на простых столбчатых диаграммах.

В таблице 2.10 (см. PDF версию журнала) приводятся результаты учащихся 4 классов по уровням математической подготовки.

В таблице 2.11 приведено распределение по выделенным уровням математической подготовки выпускников начальной школы России и некоторых стран, которые показали либо самые высокие результаты среди всех стран, либо результаты, не отличающиеся от российских.

Таблица 2.11

**Распределение учащихся начальной школы (в %) по уровням математической подготовки**

Страны	Продвинутый	Высокий	Средний	Низкий
Сингапур (выше России)	38	73	91	97
Гонконг (выше России)	22	67	94	99
Япония (выше России)	21	60	89	98
Нидерланды (как в России)	5	44	89	99
Англия (как в России)	14	43	75	93
Венгрия (как в России)	10	41	76	94
Россия	11	41	76	95

Самый высокий — продвинутый — уровень математической подготовки показали 11% учащихся российской начальной школы. В лидирующих странах (Сингапур, Гонконг, Япония, Тайвань) таких учащихся явно больше — 16–38%. В группе стран, результаты учащихся которых не отличаются от результатов учащихся России (Нидерланды, Латвия, Литва, Англия, Венгрия), — 5–14%. Отметим, что в лидирующих странах математическая

подготовка четвероклассников не только выше, но и более однородная, чем в следующей за ними группе стран, включая и Россию.

В заключение отметим, что сравнение распределений по уровням математической подготовки учащихся 8-х и 4-х классов в соответствии с требованиями, принятыми в международном исследовании, показывает, что процент выпускников российской начальной школы, продемонстрировавших продвинутый, высокий и средний уровни подготовки, больше, чем процент учащихся 8 классов, достигших этих же уровней.

#### **Основные выводы: 8-й класс**

1. По номенклатуре изучаемого материала российская основная школа обеспечивает восьмиклассникам возможность выполнять большинство заданий международного теста. Исключение составляют некоторые вопросы содержания, которые изучаются в 9-м классе, в курсе стереометрии 10–11-х классов или в теме «Вероятность. Статистика», только с 2004 года включённой в программу основной школы в качестве обязательной для изучения.

Сравнение содержания и требований к подготовке учащихся в России и других странах показывает, что в большинстве стран объём изучаемого геометрического материала и требования к его усвоению значительно ниже, чем в России. При этом в большинстве стран геометрия начинает интенсивно изучаться в начальной школе, начинается формирование представлений не только о плоских, но и о пространственных фигурах. Изучение арифметического материала распределено на более длительный срок, чем в нашей стране. Этот материал изучается во многих странах по 10 класс включительно, при этом существенное внимание уделяется таким важным практическим вопросам, как оценка и прикидка результатов, измерение величин, процентные расчеты, отношение чисел, пропорционально зависимые величины. К систематическому изучению алгебры приступают позже, чем в российской школе, а требования значительно ниже. Начиная с начальной школы, изучается тема «Анализ данных» (включает темы «Описательная статистика» и «Вероятность»), одно из основных назначений которой — обеспечивать учащимся возможность правильно оценивать и использовать разнообразную количественную информацию, характерную для средств массовой информации.

2. В исследовании TIMSS значительное внимание уделено материалу, который изучается в 5–6-х классах российской школы. При этом незначительно или вовсе не затронуты ряд вопросов содержания, основательно изучаемых в 7–8-х классах, и некоторые важные умения, которые традиционно контролируются в нашей школе. Поэтому результаты исследования не дают возможность составить полное представление о математической подготовке российских восьмиклассников, но при этом позволяют оценить их подготовку с точки зрения приоритетов, принятых в международном исследовании.

3. Российские учащиеся 8 класса при выполнении заданий математической части международного теста TIMSS продемонстрировали результаты, значимо превышающие средние международные показатели.

4. Итоги исследования показали, что с заданиями различной сложности, типичными для практики работы российской школы, восьмиклассники справляются удовлетворительно. Более низкие результаты восьмиклассники показали при выполнении заданий, связанных с использованием материала, изучаемого в курсе математики 5–6-х классов. Это объясняется отсутствием преемственности между курсами 5–6-х и 7–9-х классов. Особенность программы российской основной школы — завершать курс арифметики в 6 классе и не возвращаться к нему вплоть до окончания средней школы, — отличает её от зарубежной школы, так как во многих странах учащиеся изучают арифметический материал до 10-го класса включительно.

5. Более низкие результаты по сравнению с другими темами российские восьмиклассники показали по теме «Вероятность. Статистика», которой уделяется

значительное внимание в международном исследовании. Вопросы содержания, которые контролировались в рамках этой темы, охватываются обязательным минимумом содержания Федерального компонента стандарта общего образования по математике, принятого в 2004 году. С 2004/2005 учебного года рекомендуется начать изучение этого материала в обязательном порядке в 5-м и 7-м классах с постепенным переходом на другие параллели классов.

6. Восьмиклассники показали невысокие результаты при выполнении практических заданий, в которых представлена ситуация, близкая к реальной. Это задания нового типа, которые не были представлены в тестах на предыдущих этапах исследования. Требовалось самостоятельно извлечь из условия необходимую информацию, представленную в различной форме, проанализировать ее, выполнить некоторые расчёты и выбрать оптимальное решение, учитывая все условия и ограничения, указанные в условии задания. Невысокие результаты объясняются тем, что в действующих российских учебниках не представлены практические задачи такого типа.

7. По сравнению с результатами, показанными на двух первых этапах исследования (1995, 1999 годы), в 2003 году явно снизились средние результаты выполнения международных тестов российскими восьмиклассниками и, соответственно, уменьшилось число российских учащихся, достигших продвинутого, высокого и среднего уровней математической подготовки, выделенных в исследовании.

8. В 2003 году несколько изменилось расположение России среди других стран. Среди 46 стран-участниц 9 стран показали результаты выше российских. При этом увеличилось различие со странами Юго-Восточной Азии и Тихоокеанского региона и Бельгией, которые, как и на первых двух этапах исследования (1995, 1999 годов), показали результаты выше остальных стран. В то же время не в лучшую сторону изменилось положение России по сравнению с другими странами. Так, в 2003 году результаты учащихся Нидерландов и Венгрии стали выше российских, а в 1999 году не отличались от российских; результаты учащихся США, Литвы и Англии в 1999 году были существенно ниже российских, а в 2003 году не отличались от них.

#### **4-й класс**

1. Содержание математической части тестов для 4 класса и форма заданий значительно отличались от принятых в российской начальной школе. Примерно половина заданий проверяет либо усвоение внепрограммного материала, либо представленная в задании ситуация или форма задания не отрабатывались на уроках.

2. Курсы математики начальной школы (возраст учащихся до 9–10 лет) многих зарубежных стран имеют большую практическую направленность (округление и прикидка результатов вычислений, измерение величин «на глаз» и с помощью инструментов, сбор, представление, обработка и интерпретация информации, представленной в различной форме, широкое использование в задачах жизненных ситуаций, графиков реальных зависимостей и др.); меньшие требования к вычислительной подготовке учащихся (ограничиваются действиями с двух-четырёхзначными числами); значительно больший объём геометрического материала, включающего как плоские, так и пространственные фигуры; большее разнообразие материала за счёт включения самых различных понятий и фактов, которые изучаются на уровне только самых общих представлений (числовые и знаковые последовательности; отношение чисел, масштаб, дроби, координаты точек на плоскости, равенство фигур, пропорциональная зависимость величин и др.).

3. Российские выпускники начальной школы при выполнении заданий математической части международного теста TIMSS продемонстрировали результаты, значимо превышающие средний международный балл.

4. Учащиеся продемонстрировали достаточно высокие результаты усвоения ряда важных вопросов курса арифметики (чтение и запись натуральных чисел, разрядный состав числа, сравнение чисел, единицы измерения массы, арифметические действия с

натуральными числами, решение одношаговых текстовых задач, доли и нахождение доли целого), и геометрии (распознавание плоских геометрических фигур, равных фигур, прямоугольного параллелепипеда, сравнение площадей фигур, составленных из единичных квадратов). Соответствующие задания, в основном, программного характера, выполнили верно от 70% до 90% учащихся. Школьники показали достаточно высокие результаты выполнения некоторых заданий, выходящих за рамки программы: чтение и составление таблиц, чтение и построение столбчатых диаграмм. Около 50% учащихся справляются и с заданиями внепрограммного характера, что свидетельствует о высокой информированности учащихся, значительном интеллектуальном потенциале.

5. Около половины всех заданий теста предложены в форме, с которой учащиеся не встречались в традиционных контрольных работах по математике. Однако отметим, что почти все дети приступали к их решению, в зависимости от сложности заданий с большим или меньшим успехом решали их, опираясь на здравый смысл и свои знания, что свидетельствует об интересе к обучению.

6. Исследование зафиксировало довольно низкий уровень развития пространственных представлений и пространственного воображения российских младших школьников. В то же время результаты исследования дают основание говорить о высокой степени готовности младших школьников к пропедевтическому изучению геометрического материала.

7. Материалы этого исследования, как и ранее проводимых международных исследований, подтверждают целесообразность и возможность включения в содержание математической подготовки учащихся российской начальной школы ряда вопросов, которые не включены в новый стандарт начального образования по математике (например, доли, последовательности, работа с таблицами и диаграммами, пространственные геометрические объекты).

*С вопросами обращаться в Центр оценки качества образования ИСМО РАО по телефону (095) 246-24-21, e-mail: centeroko@ioso.ru, centeroko@mail.ru. <http://www.centeroko.ru>*