

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
Институт содержания и методов обучения
Центр оценки качества образования

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ
к оценке учебных достижений
по математике и естествознанию
в международном сравнительном исследовании
TIMSS

Ковалева Г.С., Кошеленко Н.Г., Краснянская К.А., Смирнова Е.С.

Москва, 2008 год

Содержание

Введение	3
1. Общая информация о международном исследовании TIMSS. Методологические подходы к оценке качества математического и естественнонаучного образования	4
2. Общие подходы к определению области содержания для оценки учебных достижений	11
2.1. Подходы к определению области содержания для оценки учебных достижений по математике.....	12
2.2. Подходы к определению области содержания для оценки учебных достижений по естествознанию	15
3. Виды учебно-познавательной деятельности, в процессе которой осуществляется оценка учебных достижений	18
3.1. Особенности учебно-познавательной деятельности по математике	19
3.2. Особенности учебно-познавательной деятельности по естествознанию	23
4. Подход к оценке личностных качеств учащихся, формируемых на уроках математики и естествознания	29
5. Оценка выполнения заданий по математике и естествознанию	31
5.1. Общие подходы к оценке выполнения заданий	31
5.2. Диагностическая система оценки в исследовании TIMSS	34
6. Подходы к представлению результатов оценки учебных достижений по математике и естествознанию	37
ЛИТЕРАТУРА	43

Введение

В 90-ые годы было определено основное направление исследования TIMSS на ближайшие годы – **сравнительная оценка учебных достижений учащихся в различных странах мира, выявление тенденций изменения в области математического и естественнонаучного школьного образования.**

Следует отметить существенное отличие концептуального подхода, принятого в TIMSS, к определению содержания понятия «результаты обучения», важного для организации диагностики учебных достижений. Под результатами обучения в исследовании TIMSS понимаются: предметные знания и умения, общеучебные умения и личностные качества учащихся, которые формируются при изучении учебных предметов.

Оценка учебных достижений учащихся по математике и естествознанию в рамках исследования TIMSS за последние 15 лет проводилась пять раз: в 1995, 1999, 2003, 2007¹ и 2008 гг.² В каждом из первых четырех циклов оценивались учебные достижения учащихся 8-го класса, а на трех этапах (кроме 1999 г.), – еще и достижения учащихся 4-го класса. В 1995 году также оценивались учебные достижения выпускников средней школы по углубленному курсу математики и физики, а также их математическая и естественнонаучная грамотности. В 2008 году в рамках исследования проводилось изучение учебных достижений выпускников средней школы по математике и физике.

Россия участвовала во всех циклах исследования TIMSS, в 1995 году в исследовании участвовали только российские школьники 7-8 и 11 классов.

В данной работе приводится анализ концептуальных подходов к оценке учебных достижений учащихся начальной и основной школы.

¹ Исследование TIMSS (4 и 8 классы) осуществляется 4-летними циклами.

² Исследование TIMSS (выпускники средней школы) проводилось дважды по заказу стран с интервалом более 10 лет.

1. Общая информация о международном исследовании TIMSS. Методологические подходы к оценке качества математического и естественнонаучного образования

Международное исследование TIMSS (Third International Mathematics and Science Study, Третье международное исследование по оценке качества математического и естественнонаучного образования), как уже отмечалось, впервые было проведено в 1995 году Международной Ассоциацией по оценке учебных достижений IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). Главным его отличием от всех предыдущих сравнительных исследований в области математического и естественнонаучного образования было объединение в одном исследовании двух предметов (математика и естествознание). До 1995 года сравнительные исследования в области математического и естественнонаучного образования проводились отдельно³.

В 1999 году исследование TIMSS в основном использовало подходы и инструментарий исследования 1995 года, в связи с чем оно и было названо TIMSS-R – TIMSS-Repeat. Проводилось оно только в 8 классах.

С 2003 года исследование TIMSS становится мониторинговым исследованием и получает новое название «Trends in Mathematics and Science Study» (Тенденции в математическом и естественнонаучном образовании). Основной его целью становится сравнительная оценка качества математического и естественнонаучного образования в начальной и основной школе. Каждые четыре года оцениваются образовательные достижения учащихся 4 и 8 классов, включающие не только их знания и умения, но и отношения к предметам, интересы и мотивации к обучению. Исследование спланировано таким образом, что его результаты позволяют отслеживать тенденции в математическом и естественнонаучном образовании участвующих стран каждые 4 года, когда учащиеся 4 классов становятся учащимися 8 класса. Таким образом, осуществляется мониторинг учебных достижений учащихся начальной и основной школы, а также изменений, происходящих в математическом и естественнонаучном образовании при переходе из начальной в основную школу.

Все исследования в области математического и естественнонаучного образования, которые проводились IEA до 1995 года, являлись срезовыми, исследование TIMSS 1995 года отличалось от других тем, что срезы состояния системы образования осуществлялись не в одном классе, а в двух следующих друг за другом, в 3-4 и 7-8 классах. Такой подход, в отличие от обычного срезового, имел значительные преимущества. Он позволял оценить учебные достижения учащихся определенной возрастной группы, поскольку классы выбирались таким образом, что они охватывали почти всех детей определенного возраста. Например, обследуемая в исследовании TIMSS в 1995 году совокупность учащихся седьмых и восьмых классов охватывала практически большинство учащихся тринадцатилетнего возраста. Так, российская выборка включала практически всех учащихся 13-летнего возраста (94%). Одновременно имелась возможность обследовать совокупности учащихся по отдельным годам обучения, а также сравнить изменения в

³ Первое международное исследование по математическому образованию – FIMS (First International Mathematics Study, 1959-1967), Первое международное исследование по естественнонаучному образованию – FISS (First International Science Study, 1966-1973), Второе международное исследование по математическому образованию – SIMS (Second International Mathematics Study, 1976-1987), Второе международное исследование по естественнонаучному образованию – SISS (Second International Science Study, 1980-1989).

учебных достижениях учащихся с учетом их возраста и класса. Например, было проведено сравнение учебных достижений учащихся восьмого класса в возрасте 13,5 лет с учебными достижениями учащихся седьмого класса в возрасте 12,5 лет и таким образом определен образовательный эффект одного года обучения.

По мнению Д. Уайли и Р. Вольфа, специалистов, которые работали над концепцией исследования TIMSS 1995 года, подход, который использовался в исследовании TIMSS на первом этапе, являлся компромиссом между обычным срезовым и лонгитюдным исследованиями и позволял получить значительно больше информации об учебных достижениях учащихся и факторах, влияющих на результаты обучения, чем в обычном срезовом исследовании, ориентированном только на определенный возраст или год обучения.

Следует также отметить, что в исследовании TIMSS 1995 года ставилась задача сравнить учебные достижения школьников на различных ступенях обучения в школе, и поэтому были выбраны три совокупности учащихся. Выборка 1 состояла из двух классов начальной школы (3-4), в которых обучалось большинство учащихся девятилетнего возраста. Выборка 2 включала два класса основной школы (7-8), в которых обучалось большинство учащихся тринадцатилетнего возраста. В выборку 3 вошли учащиеся выпускного класса средней школы. В отличие от первой и второй выборки, в которые были включены все средние общеобразовательные учреждения стран, участвовавших в исследовании TIMSS, выборка 3 формировалась таким образом, что в нее вошли учащиеся выпускных классов, обучающихся как по общеобразовательным программам, так и по программам углубленного изучения математики и физики. Это позволило получить информацию об уровне естественно-математической грамотности выпускников средней школы, т.е. их умении применять в различных ситуациях полученные в школе основные знания и умения по математике и естествознанию. Кроме того, сравнивалась подготовка выпускников, которые на момент окончания школы связывали свою будущую профессию с математикой и физикой.

Рассмотрим методологические подходы, используемые в сравнительных международных исследованиях, на примере исследования TIMSS-1995. Основой большинства рассматриваемых циклов исследования TIMSS является концептуальная модель второго международного исследования по математическому образованию SIMS (рис. 1), созданная К.Трэверсом и А.Вестбэри. Эта модель известна как модель исследований IEA, т.к. в ней обобщается опыт, накопленный в исследованиях, проводимых данной международной ассоциацией. Образование в представленной модели рассматривается на трех уровнях: планируемый уровень образования – социальный заказ школе, реализуемый уровень образования – реальный учебный процесс и достигнутый уровень образования – результаты обучения.

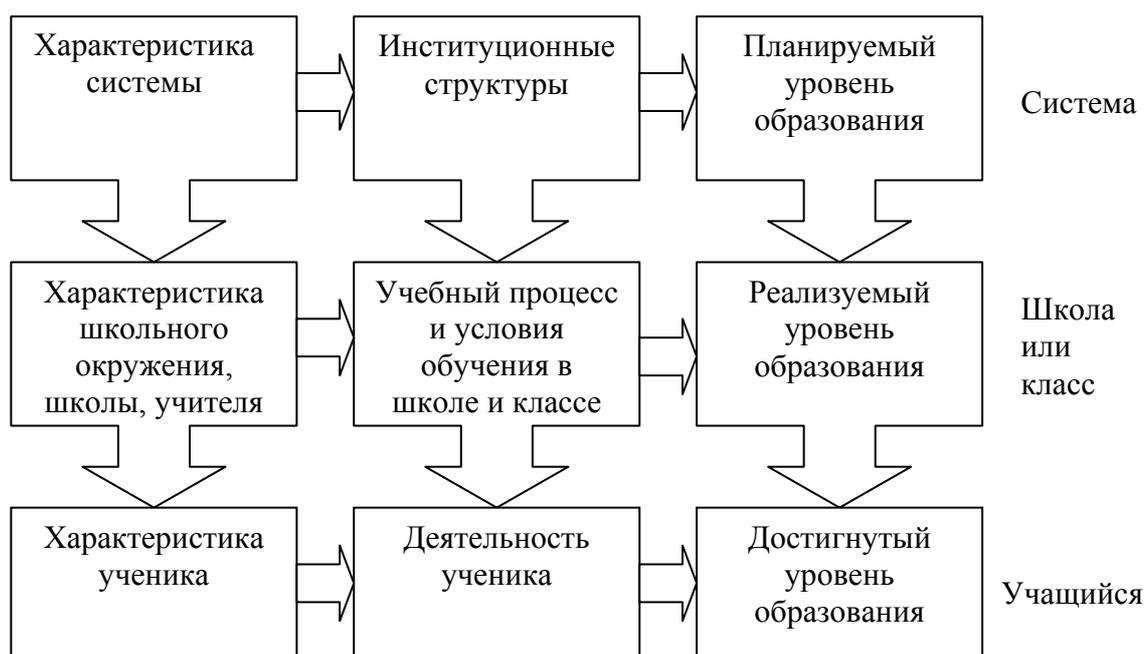


Рис. 1 Концептуальная модель исследований IEA [30, с.35]

Представленная на рис.1 модель помогает понять сложную взаимосвязь различных элементов системы образования, которая представлена также тремя уровнями: система образования, школа-класс и ученик. На макро-уровне образовательной системы (страна, область, район, где расположена школа) формируются официальные цели образования. Совокупность педагогических и методических идей, накопленных в обществе, отражается в программах, учебниках и методических пособиях. Все это рассматривается как планируемый уровень образования. На уровне школы и класса учитель реализует планируемое содержание образования в реальном учебном процессе. И, наконец, результатом обучения является достигнутый учеником уровень образования, представленный в виде его знаний, умений и отношений.

В концептуальной модели исследования TIMSS-1995 дополнительно к представленной выше модели учитывался разработанный Р.Шейвелсоном подход к анализу системы образования, который был реализован в модели, изображенной на рис. 2.

В соответствии с подходом Р.Шейвелсона при анализе системы образования рассматриваются три блока: вход системы (вложения в образование и исходные характеристики системы образования), процесс (учебный процесс и используемые программы и учебники, дифференциация обучения и др.) и выход системы (результаты обучения). Используя данный системный подход, в исследовании TIMSS анализируются выделенные в модели Шейвелсона блоки с учетом характеристик системы образования, школы, класса и учащихся. Результаты обучения анализируются в контексте планируемого, реализуемого и достигнутого уровней образования.

Исходная концептуальная модель исследования TIMSS представлена на рис. 3.

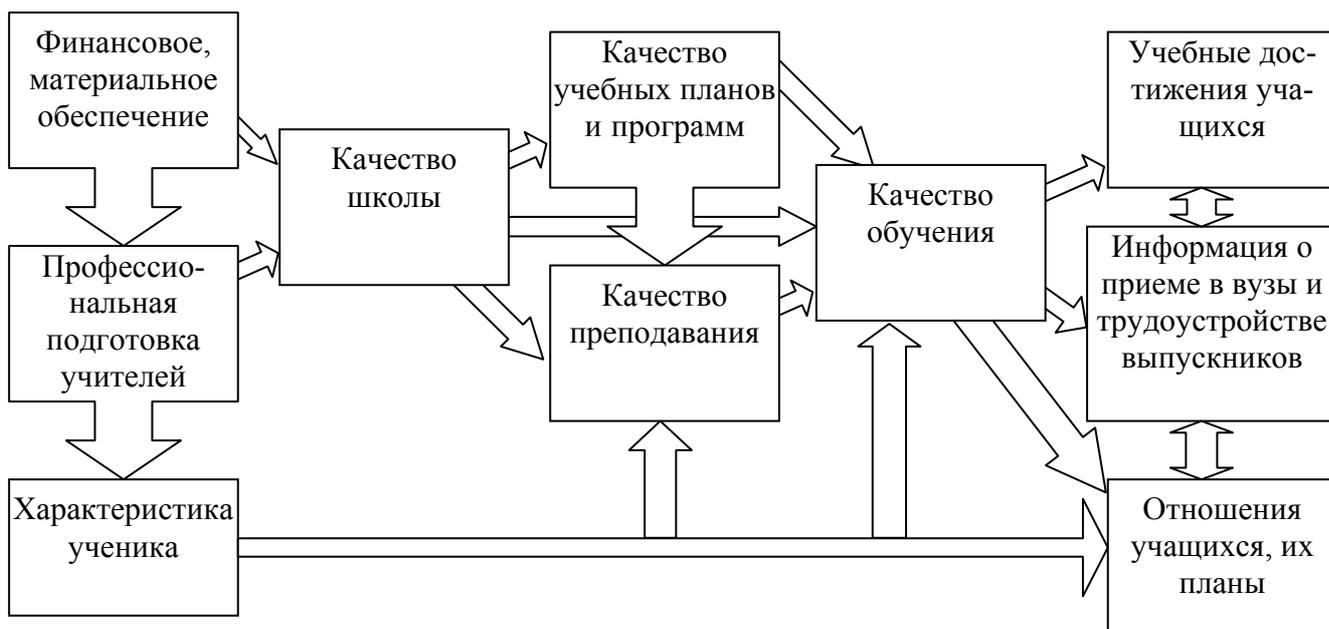


Рис. 2 Модель системы образования Шейвелсона [30, с.36]

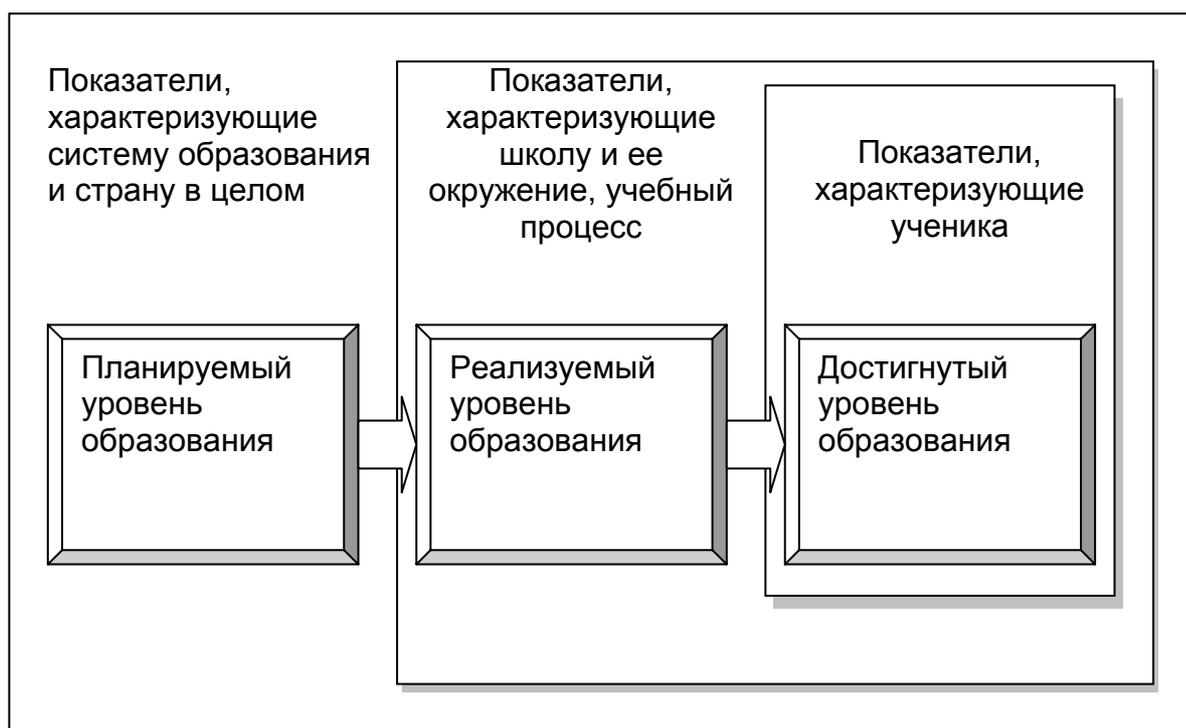


Рис. 3. Концептуальная модель исследования TIMSS [30, с. 37]

Необходимо отметить, что модель исследования TIMSS разрабатывалась с учетом критики проводимых ранее международных исследований за их основное внимание к ранжированию стран в соответствии с учебными достижениями их учащихся. Поэтому в модели TIMSS была сделана попытка отразить новые подходы в оценке учебных достижений школьников, т.е. уделить большее внимание объяснению полученных

данных. Необходимость изучения большого числа факторов привела к значительному увеличению элементов анализируемой системы и созданию достаточно сложной модели взаимодействия факторов в образовательной системе. В этом смысле модель TIMSS отвечает основным требованиям реформы существующих подходов в оценке учебных достижений школьников.

При всем обилии выделенных показателей окончательная концептуальная модель TIMSS «Модель образовательных возможностей TIMSS» (см. рис. 4) достаточно компактна и образована четырьмя рядами показателей, которые характеризуют различные уровни образовательной системы (страну, школу, класс, ученика) и четырьмя колонками показателей, которые отвечают на следующие вопросы: "Чему могут научиться школьники?", "Кто осуществляет обучение?", "Как организовано обучение?", "Чему научились школьники?". Очевидно, что ни в одном исследовании невозможно выделить абсолютно все факторы, действующие в образовательной системе, и измерить их взаимодействие, а также влияние на учебные достижения. Концептуальная модель образовательной системы TIMSS и не претендует на это. В этой модели сделана попытка выделить основные факторы и установить их взаимосвязь на основе системного подхода.

В результате исследования TIMSS предполагалось ответить на четыре группы вопросов, связанных с планируемым, реализуемым и достигнутым уровнями образования, а также установить взаимосвязь между этими уровнями образования. Эти группы вопросов явились основой для планирования исследования и разработки его инструментария.

В первую группу вопросов, касающихся планируемого уровня образования, вошли следующие:

- *Чем отличаются страны в определении целей и содержания математического и естественнонаучного образования?*
- *Что учитывается при определении целей и разработке содержания математического и естественнонаучного образования?*
- *Какие характеристики и особенности системы образования в целом, отдельных школ и учащихся рассматриваются и учитываются в процессе создания программ математического и естественнонаучного образования в странах?*

Социальный контекст планируемого уровня образования выражается на языке целей, ожиданий и ценностей, которые общество связывает с образованием, формируя социальный заказ школе. Применительно к конкретному учебному предмету планируемый уровень образования может быть выражен следующим образом: "Чему могут научиться учащиеся в рамках данного предмета?"

Как известно, планируемые цели и содержание математического и естественнонаучного образования в странах отражены в учебных планах, программах и других официальных документах. Они также реализуются в учебниках и методических пособиях, в содержании экзаменов и курсов профессиональной подготовки учителей.

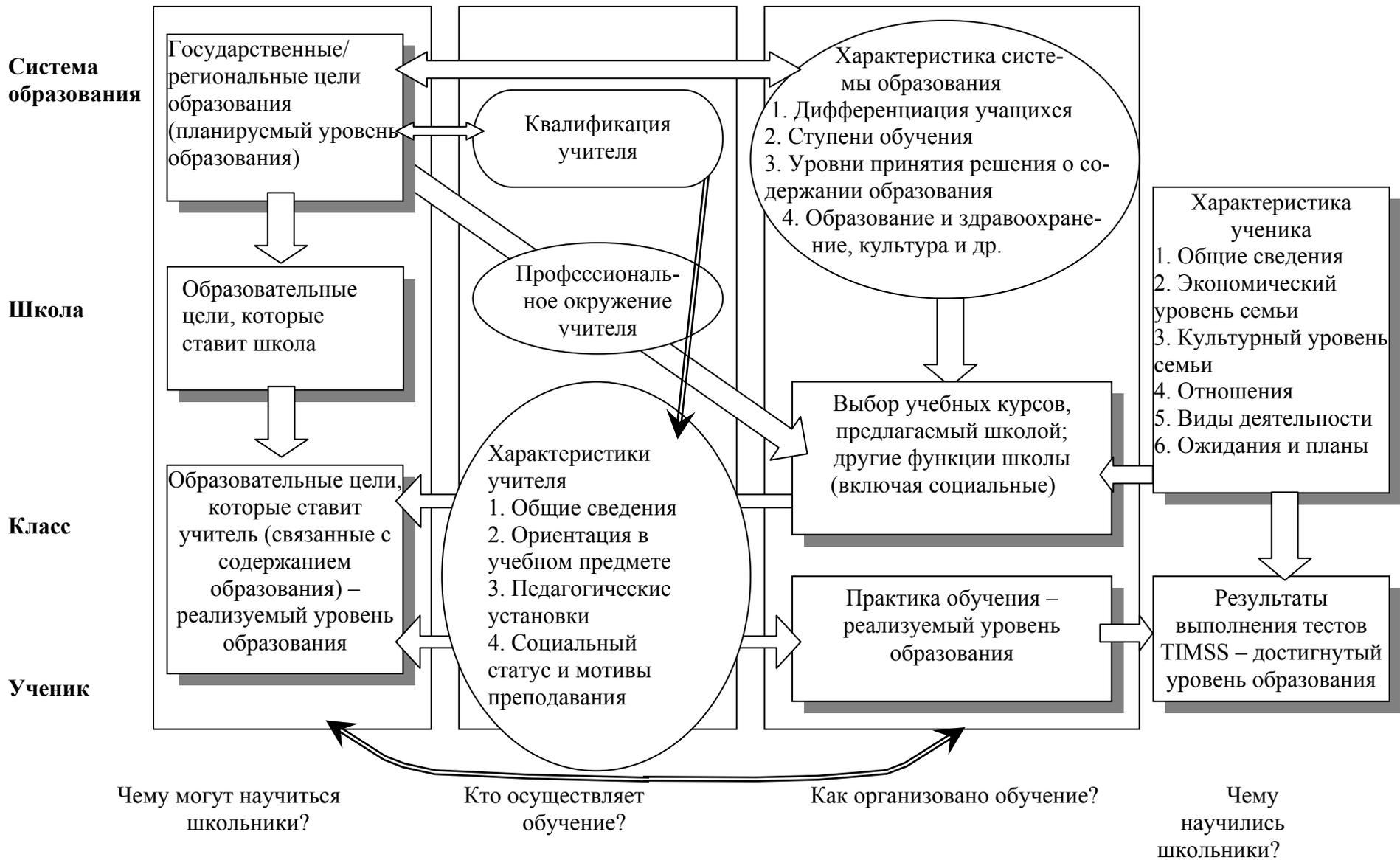


Рис. 4. Модель образовательных возможностей TIMSS [30, с. 56]

В исследовании TIMSS планируемый уровень образования описывался в терминах содержания обучения, деятельности и отношений учащихся. Такой же подход использовался и в большинстве стран, участвовавших в TIMSS, при определении целей и содержания математического и естественнонаучного образования в этих странах. Поэтому он являлся хорошей основой для получения надежных результатов при сравнении стран.

Описание используемого в исследовании TIMSS подхода представлено в серии документов, которые разрабатываются для каждого цикла исследования. "Curriculum Frameworks for Mathematics and Science" (Robitaille et al., 1993) был первым документом из этой серии.

Вторая группа вопросов, относящихся к реализуемому уровню образования, включала следующие аспекты:

- *Какие возможности имеют учащиеся при обучении математике и естественнонаучным предметам?*
- *Чем в основном отличается практика обучения математике и естествознанию в различных странах мира?*
- *Какие факторы определяют эти различия?*

Реализуемый уровень образования характеризует непосредственно учебный процесс, осуществляемый учителем в классе, который направляется официальными документами, такими как программа и учебники, т.е. определяется планируемым уровнем образования. Однако он не совпадает с последним, даже в условиях централизованного управления образованием. Это происходит потому, что содержание обучения предстает перед школьником не в том виде, как оно задается обществом и системой образования, а в интерпретации учителя, где огромную роль играют его знания, опыт, интересы и т.д.

Изучение реализуемого уровня образования концентрируется вокруг следующих вопросов: "Кто осуществляет обучение?" и "Как организован учебный процесс?" Следует отметить, что на систему организации обучения на локальном уровне большое влияние оказывают многие факторы, характеризующие систему образования в целом, школу и ее окружение, семью учащихся и т.д. Данное влияние в исследовании TIMSS выявлялось с помощью специально разработанных анкет для учащихся, учителей и администрации школы.

Для сравнения планируемого и реализуемого уровней образования последний также описывался в терминах содержания обучения, деятельности учащихся и их отношений.

Третья группа вопросов, отражающая достигнутый уровень образования, была представлена следующим образом:

- *Какие знания, умения и отношения сформированы у учащихся в процессе обучения математике и естествознанию?*
- *Каким образом учебные достижения учащихся связаны с теми возможностями приобретения знаний, которые они имели в процессе обучения?*

Достигнутый уровень образования (Чему научились школьники?) рассматривался в контексте личных достижений учащихся: их знаний, усилий, затраченных на их освоение, на организацию своей учебной деятельности как на уроке, так и дома. Основными характеристиками достигнутого уровня образования является не только объем приобретенных знаний, но и отношения учащихся к учебному предмету, их стремление заниматься именно этим предметом, оценка продвижения в предмете, уровень ожиданий (перспективы, связанные с изучением данного учебного предмета). Также как планируемый и реализуемый уровни образования, достигнутый уровень задавался в терминах усвоенного содержания обучения, деятельности и отношений учащихся.

Четвертая группа включала вопросы, сконцентрированные на установлении взаимосвязи между планируемым, реализуемым и достигнутым уровнями образования:

– В какой степени планируемый, реализуемый и достигнутый уровни образования зависят от социального контекста образования, организации учебного процесса и результатов обучения?

Для объяснения различий между планируемым, реализуемым и достигнутым уровнями образования необходимо получить информацию об исследуемом объекте из различных источников. Поэтому в исследовании TIMSS информация собиралась на различных уровнях системы образования из различных источников. Одни и те же учащиеся выполняли тесты по математике и естествознанию, они же отвечали на вопросы анкеты, выясняющие их отношения, планы, интересы и др. Учителя, которые обучали этих детей, также участвовали в анкетировании. Кроме того, опрашивалась и администрация обследуемой школы.

2. Общие подходы к определению области содержания для оценки учебных достижений

В качестве основы для разработки инструментария исследования TIMSS используются специальные рамочные документы для каждого цикла исследований [2, 23, 28, 29]. Документ «TIMSS Assessment Frameworks and Specifications» [28] был первым, в котором определены общие подходы к оценке учебных по математике и естествознанию, разработке тестов и тестовых заданий, описано проверяемое содержание по математике и естествознанию, перечислены основные факторы, характеризующие учащихся, учителей и образовательные учреждения, для анализа которых собиралась информация в процессе анкетирования.

Международные тесты разрабатываются на основе следующих принципов:

- адекватный охват проверяемого содержания и видов учебно-учебно-познавательной деятельности;
- максимальное соответствие содержания международных тестов изучаемому материалу в большинстве стран-участниц;
- обеспечение связи тестов 1995, 1999, 2003 и 2007 годов;
- значимость проверяемого содержания с точки зрения развития математического и естественнонаучного образования;
- соответствие возрастным особенностям учащихся, для оценки достижений которых разрабатывается тест;
- соответствие требованиям, предъявляемым к массовым мониторинговым исследованиям.

Для оценки математической и естественнонаучной подготовки учащихся в тесты (в каждый вариант) включаются задания и по математике, и по естествознанию.

Общая схема разработки тестовых заданий определяется двумя составляющими – содержанием и видами учебно-познавательной деятельности, овладение которыми должны продемонстрировать учащиеся. В процессе разработки каждому заданию приписываются следующие характеристики: проверяемое содержание; виды деятельности или умения, которые должны продемонстрировать учащиеся при выполнении этого задания; тип задания (с выбором ответа, со свободным кратким или развернутым ответом); балл, который присваивается за выполнение задания.

Разработка инструментария исследования начинается с отбора содержания, освоение которого оценивается в исследовании. Организаторы проекта, привлекая представителей всех стран-участниц, определяют область содержания, учитывая важность изучения этих вопросов в рамках курсов математики и естествознания, а также запросы современного общества. Отбор содержания проводится на основе следующих принципов: выделяются вопросы содержания, которые являются общими для большинства стран-участниц, что свидетельствует об общепринятой важности их изучения, а также вопросы содержания,

которые изучаются далеко не в каждой стране, но владение которыми актуально для современного общества. Этим, например, объясняется выбор темы по математике «Работа с данными», включающей тематику вопросов, изучаемых в рамках раздела «Вероятность. Статистика», хотя она отсутствует в программе по математике начальной школы в ряде стран. Очевидно, что при соблюдении указанных принципов отбора тематики проверки некоторые темы или вопросы содержания могут выходить за рамки программы тех или иных стран.

Следует отметить, что для обеспечения возможности выявления тенденций в изменении учебных достижений учащихся по математике и естествознанию область содержания проверки в основном сохраняется в 1995-2007 гг., хотя в нее вносятся изменения, отражающие приоритеты, сложившиеся в мировой практике к моменту проведения последующего этапа исследования.

Материал школьных курсов математики и естественнонаучных предметов на каждом этапе исследования распределяется на несколько блоков содержания, типичных для школьных программ большинства стран-участниц TIMSS.

Ниже приводится более детальный анализ содержания тестов TIMSS отдельно по математике и естествознанию.

2.1. Подходы к определению области содержания для оценки учебных достижений по математике

До 2003 г. включительно по математике были выделены пять блоков: Числа, Алгебра, Измерения, Геометрия, Анализ данных (вопросы, связанные с вероятностью и статистикой). Выделение темы «Измерения» в отдельный блок свидетельствовало о важности, которому на международном уровне придается овладению материалом данной темы, имеющим широкое практическое применение. В 2007 г. были выделены только 4 блока: Числа, Алгебра, Геометрия, Данные и Шансы. При этом вопросы, которые ранее были отнесены к блоку «Измерения», были включены в блок «Геометрия», а блок «Анализ данных» получил другое название «Данные и Шансы», которое явно говорит о том, что он содержит тематику разделов «статистика» и «вероятность».

Следует отметить, что содержание выделенных блоков отличается для 4 и 8 классов, отражая природу и сложность содержания курса математики, изучаемого на этих ступенях обучения в большинстве стран-участниц. Так, по сравнению с 8 классом в 4 классе значительно больше внимания уделяется диагностике учебных достижений по теме «Числа». В 8 классе изучаются отдельные курсы алгебры и геометрии, поэтому выделены каждый из этих блоков содержания. В то же время в 4 классе изучается общий курс математики, поэтому диагностика учебных достижений четвероклассников сфокусирована на простейших геометрических формах и измерениях их элементов, а также на первоначальных представлениях об алгебраических понятиях (например, о числовых последовательностях), которые включены в тему «Числа». В 4 классе тема «Данные» сфокусирована на диагностике умения читать и представлять несложные данные, а вопросы, связанные с темой «Вероятность», не затрагиваются совсем. В 8-ом классе основное внимание уделяется оценке умения интерпретировать данные и овладению первоначальными понятиями теории вероятностей, отнесенными к разделу «Шансы».

Виды учебно-познавательной деятельности одинаковы для 4 и 8 классов, так как они отражают характерные познавательные процессы при применении математики в различных ситуациях в начальной и основной школе. Однако количество видов и описание деятельности претерпело определенные изменения в процессе проведения этапов исследования. Так, например, в 2003 г. были выделены 4 вида деятельности: Знание фактов и методов, Применение понятий, Решение стандартных задач,

Рассуждения. Следует отметить не достаточно четкое описание второго и третьего видов деятельности, что затрудняло их распознавание. Поэтому не удивительно, что в 2007 г. в определении видов деятельности были внесены изменения и выделено 3 различающихся вида деятельности: Знание, Применение, Рассуждения, описание которых будет приведено далее.

Ниже в таблице 1 представлена структура математической части тестов TIMSS 2007 года по выделенным блокам содержания и видам учебно-познавательной деятельности.

Таблица 1

Распределение математической части тестов TIMSS по содержанию и видам деятельности

<i>4 класс Содержание</i>		Проценты	
Числа		50%	
Геометрические фигуры и измерения		35%	
Представление данных		15%	
<i>8 класс Содержание</i>			
Числа		30%	
Алгебра		30%	
Геометрия		20%	
Анализ данных и вероятность		20%	
<i>Виды деятельности</i>		Проценты	
		<i>4 класс</i>	<i>8 класс</i>
Знание		40%	35%
Применение		40%	40%
Рассуждение		20%	25%

Ниже приведены темы из основных разделов математики, которые были признаны большинством специалистов стран-участниц исследования важными для включения в международный тест, на основе которого осуществляется сравнение стран.

Математика 4 класс

Числа – Натуральные числа. Обыкновенные и десятичные дроби. Целые числа. Отношения, пропорции и проценты. Последовательности и зависимости.

Геометрические фигуры и измерения – Прямые и углы. Двухмерные и трехмерные фигуры. Местоположение и взаимное расположение фигур. Симметрия и движения в пространстве и на плоскости.

Представление данных – Интерпретация данных. Организация данных и представление данных.

Математика 8 класс

Числа – Натуральные числа. Обыкновенные и десятичные дроби. Целые числа. Отношения, пропорции и проценты.

Алгебра – Последовательности. Алгебраические выражения. Уравнения, зависимости.

Геометрия – Геометрические фигуры. Геометрические измерения. Местоположение и взаимное расположение фигур. Симметрия и движения в пространстве и на плоскости.

Анализ данных и вероятность – Организация и представление данных. Интерпретация данных. Вероятность.

Информация, представленная в таблице 1, позволяет определить отличия российских и принятых на международном уровне приоритетов в области математического образования в начальной и основной школе. Очевидно, что в мире в отличие от российской школы считается целесообразным в начальной школе по математике уделять значительное внимание изучению геометрического материала, способствующего развитию важнейших общеучебных умений (пространственных представлений, ориентации в пространстве и др.), а также приступать к изучению темы «Работа с данными», освоение которой приобретает решающее значение в успешной адаптации и функционировании в современном мире.

Отметим, что почти треть времени тестирования в 8-ом классе отведена на оценку учебных достижений по теме «Числа» и столько же по теме «Алгебра». Следует отметить, что изучение многих вопросов содержания, включенных в тему «Числа» и имеющих широкое практическое применение (например, проценты, пропорции и др.), завершается в рамках курса арифметики в 5-6 классах российской школы и не актуализируется в 7-9 классах основной школы при изучении систематических курсов алгебры и геометрии. В то же время в зарубежной школе эти вопросы продолжают изучаться вплоть до 10 класса. Как показывают результаты исследования, это положительно сказывается на овладении ими учащимися зарубежных стран.

Различаются акценты, которые делаются на международном уровне и в российской школе на овладение теми или иными вопросами содержания. Например, в отличие от российской школы на международном уровне явно делается акцент на проверку освоения материалом, который имеет большую практическую значимость: числовые последовательности, пространственные представления, оценка и прикидка результатов, статистические показатели и вероятность и др.

Сравнение содержания и требований к математическому образованию выпускников российской основной школы (образовательный стандарт основного общего математического образования 2004 года) и минимума содержания, принятого на международном уровне, позволило сделать вывод о том, что по номенклатуре изучаемых элементов содержания обязательный минимум содержания образовательных программ российской основной школы в целом значительно больше и требования к его усвоению явно выше. Этот вывод в отношении вопросов содержания особенно справедлив для материала, изучаемого в рамках систематических курсов алгебры и геометрии 7-9 классов. В то же время эти различия невелики в отношении курса арифметики – исключение составляют только несколько вопросов содержания, изучаемых в российской школе, например, степень с целым показателем, модуль числа и раздел «действительные числа». Соответственно эта же тенденция проявляется и в отношении номенклатуры требований к подготовке выпускников основной школы.

Сравнение содержания и требований к математическому образованию выпускников российской начальной школы (образовательный стандарт начального общего математического образования 2004 года) и содержания, выбранного для проверки на международном уровне, показало, что номенклатура элементов содержания обязательного минимума содержания образовательных программ российской начальной школы в целом значительно уже. Из наиболее заметных в ней отсутствуют такие вопросы содержания: знаковые и числовые последовательности, дроби, округление чисел, работа с данными, представленными в различной форме, шкалы измерения, трехмерные фигуры и др.

Различаются приоритеты, принятые на международном уровне и в российской школе в отношении овладения некоторыми вопросами содержания. Так, в отличие от российской школы на международном уровне явно делается акцент на проверку освоения материала, который имеет большую развивающую и практическую значимость: закономерности знаковых и числовых последовательностей, оценка и прикидка

результатов, работа с информацией, представленной в различной форме, пространственные фигуры и др.

Различаются акценты, которые делаются на международном уровне и в российской школе на достижение ряда требований. Например, на международном уровне явно придается большое значение: пониманию смысла изучаемых математических понятий, развитию пространственных представлений и пространственного воображения, исследовательским навыкам, умению решать проблемы, требующие использования знаний из различных учебных предметов, умению решать задачи, в которых представлена ситуация, близкая к реальной. В то время как в российской школе как бы признается важность развития перечисленных выше умений, но в процессе обучения этому уделяется мало внимания. Зато значительное время отводится на развитие навыков применения алгоритмов стандартных действий.

2.2. Подходы к определению области содержания для оценки учебных достижений по естествознанию

Основой для оценки естественнонаучной подготовки является содержание естественнонаучного образования, признанное специалистами стран-участниц важным для освоения учащимися начальной и основной школы своих стран, а также виды учебно-познавательной деятельности, в процессе которой ученик должен был продемонстрировать свои знания и умения.

В таблице 2 представлена структура естественнонаучной части тестов TIMSS 2007 года по выделенным блокам содержания и видам учебно-познавательной деятельности.

Таблица 2

Распределение естественнонаучной части тестов TIMSS по содержанию и видам деятельности

<i>4 класс Содержание</i>		Проценты	
Биология		45%	
Физические науки		35%	
География и астрономия		20%	
<i>8 класс Содержание</i>			
Биология		35%	
Химия		20%	
Физика		25%	
География и астрономия		20%	
<i>Виды деятельности</i>		Проценты	
		<i>4 класс</i>	<i>8 класс</i>
Знание		40%	30%
Применение		35%	35%
Рассуждение		25%	35%

В естественнонаучную часть теста вошли задания из всех традиционных для России естественнонаучных предметов: биологии, физики, химии, географии и астрономии.

В сравнении со структурой естественнонаучного образования в российской школе можно сказать, что в международных тестах как для 8 класса, так и для 4 класса проявились следующие тенденции: почти в тех же пропорциях, что и в российской школе,

представлен биологический материал; в большем объеме, чем в российской школе, включены задания по физике и химии; в меньшем объеме – задания по географии и астрономии.

Ниже приведены темы из основных разделов естествознания, которые были признаны большинством специалистов стран-участниц исследования важными для включения в международный тест.

Естествознание 4 класс

Биология: Характеристики и жизненные процессы в организмах. Клетки и их функции. Жизненные циклы организмов, размножение и наследственность. Взаимодействие организмов с окружающей средой. Экосистемы. Человек и его здоровье.

Физические науки: Классификация веществ и свойства веществ. Агрегатные состояния вещества и их изменение. Источники энергии, тепловые явления. Световые и звуковые явления. Электрические и магнитные явления. Силы и движение.

География и астрономия: Строение Земли, характеристики оболочек Земли (литосфера, гидросфера и атмосфера), природные ресурсы. Процессы на Земле, циклы, геологическая история Земли. Земля в Солнечной системе.

Естествознание 8 класс

Биология: Характеристики и классификация живых организмов, жизненные процессы в организмах. Клетки и их функции. Развитие и жизненные циклы организмов, размножение и наследственность. Разнообразие животного мира, адаптация к условиям обитания и естественный отбор. Экосистемы. Человек и его здоровье.

Физика: Агрегатные состояния вещества и их изменение. Энергия, превращение энергии, тепловые явления. Световые явления. Звуковые явления. Электрические и магнитные явления. Силы и движение.

Химия: Классификация и состав веществ. Строение вещества. Химические изменения.

География и астрономия: Строение Земли и характеристики оболочек Земли (литосфера, гидросфера и атмосфера). Процессы на Земле, циклы, геологическая история Земли. Природные ресурсы, их использование и сохранение. Земля в Солнечной системе и во Вселенной.

При выборе содержания тестирования, в котором участвует много стран, имеющих разные подходы к преподаванию естественнонаучных предметов в школе, невозможно учесть интересы и особенности каждой из этих стран. Очевидно, что для каждой из них содержание заданий международного теста в той или иной степени не будет соответствовать изученному содержанию естественнонаучного образования.

Анализ показал, что для 67% стран более 20% отдельных вопросов и тем, включенных в международный тест для учащихся 4 классов, еще не были изучены школьниками на момент проведения тестирования. Это справедливо и для России. Набор этих вопросов и тем отличался для каждой страны. На рис. 5 показано распределение заданий международного теста TIMSS для 4 класса по областям естествознания с указанием их соответствия программам российской школы.

Отечественным школьным программам по естествознанию⁴ для начальной школы соответствовало содержание 47% заданий в тестах TIMSS 2007 года. Более половины внепрограммных заданий относилось к области физики и биологии. По физике это вопросы, связанные с электрическими и магнитными явлениями, световыми, звуковыми и тепловыми явлениями; по биологии это вопросы, связанные с размножением, жизненными циклами организмов, реакциями организмов на изменения внешних условий.

Международный тест для 8 класса включал более 20% отдельных вопросов или тем, которые на момент проведения тестирования не были изучены восьмиклассниками 60% стран-участниц.

На рис. 6 показано распределение заданий международного теста TIMSS для 8 класса по областям с указанием их соответствия программам российской школы.

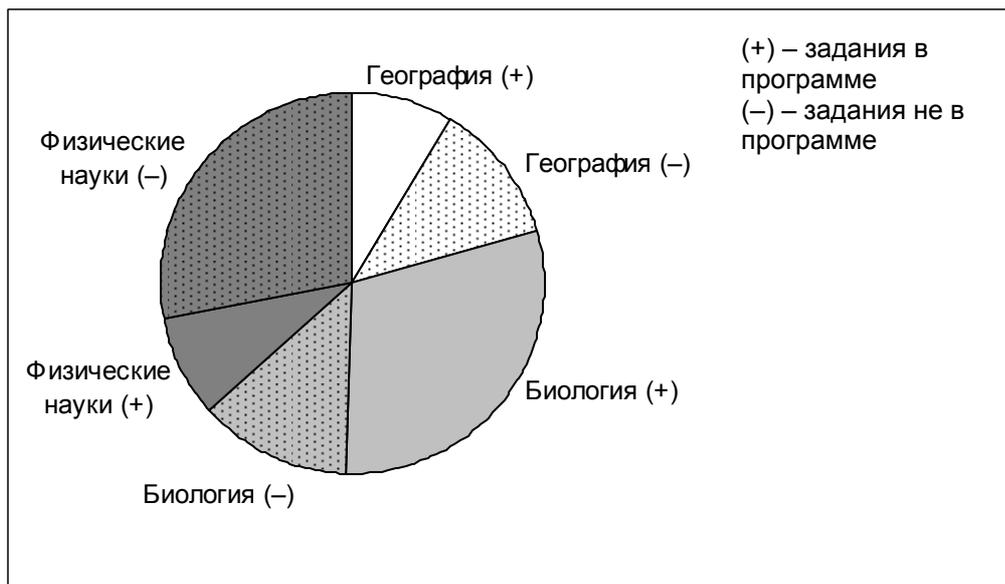


Рис. 5. Распределение заданий для 4 класса по областям естествознания с указанием их соответствия программам российской школы.

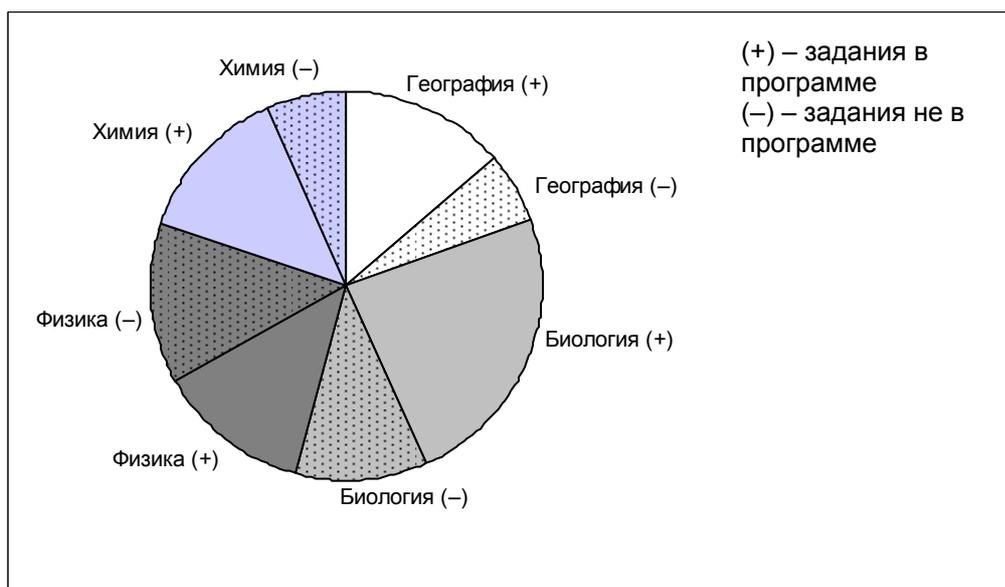


Рис. 6. Распределение заданий для 8 класса по областям естествознания с указанием их соответствия программам российской школы.

⁴ Имеются в виду программы по курсам «Природоведение», «Естествознание» или «Окружающий мир».

Проведенный анализ для России показал, что содержание 64% заданий соответствует отечественным школьным программам по предметам естественнонаучного цикла на момент окончания 8 класса. Из внепрограммных заданий большая часть – это вопросы по экологии, которая в большинстве школ России не изучается как отдельный предмет. Вопросы, связанные с проблемами окружающей среды, лишь в некоторой степени затрагиваются в учебниках и на уроках таких предметов как биология и география. Кроме того, международный тест включал задания, содержание которых еще не изучалось учащимися 8 классов. К ним относились, например, задания по общей биологии, в частности, вопросы, связанные с размножением и наследственностью, которые в российской школе изучаются позже.

Учитывая то, что в определении содержания международного теста TIMSS принимали участие эксперты более 50 стран, и отобранное для тестирования содержание включает наиболее важные для освоения всеми школьниками вопросы естествознания, представленные диаграммы можно интерпретировать по степени отличия содержания российских программ начального и основного образования от содержания тестов TIMSS.

Анализируя соответствие российских программ содержанию тестов TIMSS, следует отметить, что к моменту тестирования российские школьники 8 класса имели возможность освоить значительно больший объем учебного материала по естествознанию, чем было представлено в международных тестах. Это означает, что на основе результатов выполнения тестов TIMSS нельзя делать выводы о качестве освоения школьных программ российской школы по естествознанию (географии, биологии, физике и химии). Можно говорить лишь об освоении того содержания образования, которое представлено в международных тестах исследования TIMSS.

3. Виды учебно-познавательной деятельности, в процессе которой осуществляется оценка учебных достижений

Как уже отмечалось, в исследовании TIMSS оценка учебных достижений учащихся нацелена не только на оценку овладения выделенными элементами содержания, но и видами учебно-познавательной деятельности, которые должны продемонстрировать учащиеся.

К 2007 году авторы концепции исследования внесли некоторые коррективы в использовавшиеся ранее виды учебно-познавательной деятельности и выделили следующие *обобщенные категории* и для математики, и для естествознания: *знание, применение и рассуждения*. Отметим, что категория «письменная и устная математическая речь», которая ранее рассматривалась как отдельный вид деятельности по математике, была исключена из этого списка, так как считается, что владение ею проявляется в рамках всех упомянутых выше видов деятельности. Концептуальное понимание, которое также ранее выделялось в отдельную категорию в естествознании, было исключено, так как оно входит практически во все виды учебно-познавательной деятельности.

Первый вид деятельности – *знание* – сфокусирован на знании фактов, понятий и процедур, которые должен знать учащийся. В отличие от привычного для требований российской школы только знания фактов на международном уровне этот вид деятельности связывают с использованием стандартных алгоритмов и методов в стандартных ситуациях (например, сложить две дроби, разделить число в заданном отношении, решить стандартное линейное уравнение или описать процедуру известного опыта).

Второй вид – *применение* – сфокусирован на способности учащихся применять изученные понятия для решения задач и получения ответа на поставленные вопросы, в

которых в основном приходится иметь дело либо со знакомыми учебными ситуациями, либо с несколько измененными ситуациями.

Третий вид деятельности – *рассуждения* – явно выходит за рамки решения стандартных задач и связан с применением знаний в незнакомой ситуации, с решением сложных и многошаговых задач.

Некоторую информацию о требованиях разработчиков инструментария международного исследования к овладению указанными видами учебно-познавательной деятельности по отношению к учащимся, находящимся на разных ступенях обучения, можно получить, используя данные, представленные в таблицах 1-2.

Основное внимание (65%-75%) на начальной и основной ступенях обучения почти в одинаковой степени уделяется оценке овладения двумя базовыми видами деятельности. Небольшое различие, очевидно, объясняется различием в возрасте и опыте учащихся 4-го и 8-го классов. Следует отметить, что и оценке овладения самым высоким уровнем деятельности – рассуждением – уделяется значительное внимание, начиная с начальной школы, – 25-35% времени тестирования.

Охарактеризуем более подробно содержание представленных видов деятельности, принятое авторами рассматриваемой концепции отдельно по математике и естествознанию.

3.1. Особенности учебно-познавательной деятельности по математике

Категория «*знание*» включает знание языка математики и математических фактов и свойств, которые составляют основу математического мышления. Возможность школьника использовать математику для решения задач или проведения рассуждений зависит от его знания математических фактов и понимания математических понятий. Чем больше соответствующих знаний может воспроизвести ученик, чем шире круг понятий, которыми он владеет, тем больше его потенциальная возможность справиться с различными проблемами, требующими использования математики.

Процедуры – математические методы и алгоритмы составляют мостик между базовыми знаниями и использованием математики для решения стандартных проблем, особенно тех, с которыми большинство людей встречаются в своей повседневной жизни. По сути, свободное использование процедур сводится к воспроизведению последовательности действий и их выполнению, например, к безошибочному выполнению вычислительных процедур или использованию соответствующих инструментов. Учащиеся должны понимать, что определенные процедуры могут быть использованы для решения не только некоторых конкретных проблем, а целого класса проблем.

Знание понятий позволяет учащимся устанавливать связи между элементами знаний и приводить их в систему, выходить за пределы имеющихся у них знаний, выносить суждения о правильности математических утверждений и методов.

Виды деятельности, связанные с категорией «*знание*» включают: *воспроизведение, распознавание (идентификацию), вычисления, извлечение информации, использование инструментов, классификацию и упорядочивание математических объектов*. Описание этих видов деятельности представлено в таблице 3.

Таблица 3

Описание особенностей деятельности по группе «Знание» по математике

ЗНАНИЕ	
Воспроизводить	Воспроизводить определения, термины, свойства чисел, геометрические свойства и математические соглашения (например, $a \cdot b = ab$; $a + a + a = 3a$).
Распознавать (идентифицировать)	Распознавать математические объекты, формы, числа и выражения. Распознавать математически эквивалентные объекты (например, равные знакомые обыкновенные и десятичные дроби и проценты; тождественно равные алгебраические выражения; простые геометрические фигуры, имеющие различную ориентацию).
Вычислять	Выполнять алгоритмы арифметических действий (+, -, ·, :) и их комбинации с натуральными числами, обыкновенными и десятичными дробями и целыми числами. Округлять числа для оценки результатов вычислений и измерений. Выполнять стандартные арифметические и алгебраические процедуры (например, разделить число в заданном отношении, увеличить или уменьшить число на данный процент, решить уравнение, найти значение выражения, сделать подсчеты по формулам, упростить, разложить на множители, раскрыть скобки, продолжить алгебраические и числовые выражения).
Извлекать информацию	Извлекать информацию из графиков, таблиц и других источников; читать простейшие шкалы измерения.
Использовать инструменты	Использовать измерительные инструменты (например, проводить прямые, строить углы или фигуры, имеющие определенные свойства, пользоваться линейкой и циркулем для построения перпендикуляра к середине отрезка, биссектрисы угла, построения треугольников и четырехугольников по известным элементам этих фигур); адекватно использовать единицы измерения; проводить оценку результатов измерений.
Классифицировать / упорядочивать	Классифицировать или группировать объекты, фигуры, числа и выражения согласно общим для них свойствам; выносить верные суждения относительно принадлежности объекта к определенному классу; упорядочивать объекты и числа по их свойствам и признакам.

Разработчики инструментария в исследовании TIMSS отмечают, что решение задач является основной целью и средством изучения математики, поэтому способность решать задачи и поддерживающие ее умения (например, выбирать, представлять, моделировать) явно относятся к области *применения знаний и понятийного аппарата*. От учащихся также требуется применять знание математических фактов, умений и процедур, а также понимание сути математических понятий для создания различных форм представления требуемых объектов и решения задач. Разработчики концепции исследования считают, что *представление математических идей, рассуждений составляет основу математического мышления и коммуникативных умений, а способность создавать адекватные формы представления обеспечивает успешность в математике*.

Ситуации, предлагаемые в задачах, должны быть значительно ближе к стандартным, чем ситуации, предлагаемые в области знаний – «рассуждения». Эти задачи

должны быть близки к учебным задачам, используемым на уроках для организации практики в применении изучаемых методов или техники. В российской школе такие задачи принято называть обязательными. Эти задачи должны различаться по сложности, но быть знакомы учащимся, чтобы они могли осуществить выбор и применить на практике один из известных им методов решения.

По своему характеру эти задачи могут быть связаны с некоторой реальной жизненной ситуацией или быть чисто математическими, учебными, связанными, например, только с алгебраическими выражениями, функциями, уравнениями, геометрическими фигурами, статистическими данными. Поэтому решение задач требует выполнения не только такой деятельности, как применение с акцентом на решение более знакомых и стандартных задач, но и рассуждений.

Отметим, что по уровню сложности стандартные задачи существенно проще по сравнению с нестандартными задачами, которые в данном исследовании отнесены к такому виду деятельности, как *рассуждения* (объяснения). Т.е. в зависимости от сложности предложенной ситуации, а также необходимости использовать известный, стандартный метод или разработать новый метод решения эти задачи считаются либо стандартными, либо нестандартными, и по виду проверяемой деятельности их относят либо к «применению», либо к «математическим рассуждениям».

Виды деятельности, связанные с категорией «применение» включают: *выбор, представление, моделирование, выполнение указаний, решение стандартных задач*. Описание этих видов деятельности представлено в таблице 4.

Таблица 4

Описание особенностей деятельности по группе «Применение» по математике

ПРИМЕНЕНИЕ	
Выбирать	Выбирать продуктивный метод или стратегию решения задачи в том случае, когда можно ожидать, что учащимся той параллели классов, для которых составляется задание, известен алгоритм или метод решения. Выбирать соответствующий алгоритм, формулу или единицы измерения.
Представлять	Представлять математическую информацию и данные, используя различные модели: диаграммы, таблицы, схемы или графики, создавать эквивалентные формы представления математического объекта или отношения (например, на основе записи некоторой функции в виде уравнения записать упорядоченные пары чисел, которые описывают данную функцию).
Моделировать	Создавать соответствующую модель (уравнение, диаграмму, график) для решения стандартной задачи
Выполнять	Следовать и выполнять некоторую последовательность математических указаний (например, инструкцию, которой надо следовать, чтобы построить нужную фигуру)
Решать стандартные задачи	Решать стандартные задачи (например, задачи, подобные тем, с которыми, вероятно, встречались учащиеся, для которых разрабатываются международные тесты), использовать свойства геометрических фигур для решения задач. Сравнить и выбрать соответствующую форму представления данных (для учащихся 8 класса) и использовать данные, представленные в форме таблицы, диаграммы, схемы, графика, на карте для решения стандартных задач

Математические рассуждения включают способность к логическому, систематическому мышлению. К математическим рассуждениям относят интуитивные и индуктивные рассуждения, базирующиеся на рассмотрении последовательностей и зависимостей, которые могут быть использованы для решения нестандартных задач. Нестандартными считаются задачи чисто математические или связанные с реальными ситуациями, с которыми, скорее всего, не встречались учащиеся в процессе обучения. Задачи, требующие проведения рассуждений, могут различаться между собой новизной предлагаемой ситуации, сложностью вопроса, количеством шагов решения, необходимостью интегрировать знания из различных разделов математики. Для решения этих задач требуется познавательная деятельность более высокого уровня по сравнению с необходимой для решения стандартных задач. Как правило, требуется перенос знаний в новую ситуацию, даже если сами знания и умения, нужные для их решения, изучены учащимися.

Проведение рассуждений включает различные виды деятельности, каждый из которых является значимым результатом обучения и способствует развитию более обобщенного стиля мышления. Например, рассуждения включают способность наблюдать, делать выводы, выводить логические следствия, основанные на предположениях и правилах, и объяснять результаты.

Описание видов деятельности, которую разработчики связывают с проведением рассуждений, представлено в таблице 5.

Таблица 5

Описание особенностей деятельности по группе «Рассуждения» по математике

РАССУЖДЕНИЯ	
Выдвигать гипотезы, делать предположения, прогнозы	Делать соответствующие предположения при исследовании некоторой последовательности, при обсуждении некоторой идеи, при создании модели, при исследовании некоторого набора данных; определять возможный результат (число, вид фигуры и т.п.) выполнения некоторого действия или эксперимента до его осуществления.
Анализировать	Определять и описывать или использовать зависимость между переменными или объектами в некоторой математической ситуации; использовать пропорциональные зависимости (4 класс); разбивать на части геометрическую фигуру, чтобы упростить решение задачи; изобразить развертку незнакомой пространственной фигуры; представлять результат различных трансформаций пространственных фигур; сравнивать и подбирать различные формы представления одних и тех же данных (4-ый класс); делать значимые выводы на основе данной информации.
Обобщать	Расширять область, в которой могут применяться результаты математических размышлений и решения задач, посредством формулировки результатов в более общих терминах. Например, предлагается задача, в которой дана последовательность 1, 4, 7, 10 и требуется математически описать зависимость между каждым членом последовательности и следующим за ним членом.
Синтезировать/объединять	Комбинировать/сочетать различные методы для получения результатов и комбинировать результаты для получения дальнейших результатов (например, объединить

	результаты, полученные с помощью двух различных графиков). Устанавливать связи между различными элементами знаний и соответствующими представлениями; устанавливать сходство между связанными математическими идеями.
Обосновывать	Обосновывать справедливость или несправедливость некоторого утверждения, ссылаясь на математические результаты или свойства; приводить математические аргументы или соответствующую информацию, чтобы доказать или опровергнуть утверждение.
Решать нестандартные задачи	Решать задачи, чисто математические или связанные с реальными жизненными ситуациями, с которыми учащиеся, участвующие в тестировании, скорее всего, не имели дела; применять математические методы в незнакомой или сложной ситуации. Использовать свойства геометрических фигур для решения задач.

Необходимо отметить, что отнесение задания к тому или иному виду деятельности существенно зависит от содержания курса математики и требований к подготовке учащихся.

3.2. Особенности учебно-познавательной деятельности по естествознанию

Как уже отмечалось, все проверяемые умения и виды учебно-познавательной деятельности в рамках естественнонаучной части тестов TIMSS были разделены на три большие группы:

- знания – фактические знания (знание фактов и процедур);
- применение (включая использование понятий);
- рассуждения – установление причинно-следственных связей и анализ (включая оценку и решение проблем).

Распределение заданий естественнонаучной части теста для учащихся 4 и 8 классов по оцениваемым умениям и видам учебно-познавательной деятельности было приведено в таблице 2. Анализ данных, представленных в таблице 2, показывает, что даже для 4 класса задания на проверку освоения знаний составляют менее половины от всех заданий естественнонаучной части теста. Достаточно большая часть заданий как для учащихся 8, так и для учащихся 4 классов нацелена на проверку понимания и использования основных понятий, законов и принципов естествознания при решении задач, объяснении явлений природы, проведении исследований. Около 20% заданий и для учащихся 8 класса, и для учащихся 4 класса оценивают умения устанавливать причинно-следственные связи при анализе явлений природы, планировать и проводить исследования, формулировать гипотезы, делать предположения, решать нестандартные задачи. Для сравнения: в российской школе при разработке тестов для проверки общеобразовательной подготовки учащихся практически всегда оценке знаний учащихся уделяется больше внимания (более половины проверочной работы).

Задания на **знания** (*знание фактов и процедур*) требовали от учащихся *воспроизвести по памяти* фактические знания о естественнонаучных фактах, связях, процессах и понятиях; перечислять характеристики или свойства отдельных организмов, материалов или процессов. От учащихся требовалось дать определение естественнонаучным понятиям, узнавать и использовать естественнонаучные термины (словарь), символы, сокращения, единицы измерения и шкалы в соответствующем контексте.

Они должны были *пояснять* (подкреплять) знания о естественнонаучных фактах, связях, процессах и понятиях соответствующими примерами; приводить примеры, иллюстрирующие знание и понимание основных понятий. Описывать организмы, физические материалы и естественнонаучные процессы, т.е. демонстрировать знание свойств, структуры, функций и связей. Демонстрировать знания об использовании оборудования, материалов, различных средств, измерительных приборов и шкал.

Описание видов деятельности, которую разработчики связывают с демонстрацией знаний по естествознанию, представлено в таблице 6.

Таблица 6

Описание особенностей деятельности по группе «Знание» по естествознанию

ЗНАНИЕ	
Воспроизводить по памяти, узнавать	Воспроизводить знания о естественнонаучных фактах, связях, процессах и понятиях; перечислять характеристики или свойства отдельных организмов, материалов или процессов
Определять	Давать определения естественнонаучных понятий, узнавать и использовать естественнонаучные термины (словарь), символы, сокращения, единицы измерения и шкалы в соответствующем контексте
Приводить примеры	Пояснять (подкреплять) знания о естественнонаучных фактах, связях, процессах и понятиях соответствующими примерами; приводить примеры, иллюстрирующие знание и понимание основных понятий
Описывать	Описывать организмы, физические материалы и естественнонаучные процессы, т.е. демонстрировать знание свойств, структуры, функций и связей
Демонстрировать знания об использовании приборов и материалов, методов и процедур	Демонстрировать знания об использовании оборудования, материалов, различных средств, измерительных приборов и шкал

При выполнении заданий на **применение**, включая концептуальное понимание и использование понятий, учащиеся должны были *приводить примеры, определять или описывать сходные черты или различия* между группами организмов, материалов или процессов; *сравнивать, противопоставлять, классифицировать или устанавливать* порядок или последовательность отдельных объектов, материалов, организмов или процессов на основе их характеристик и свойств.

Большое внимание разработчиками отводится *работе с различными моделями*. От учащихся требуется при выполнении заданий использовать диаграммы, рисунки, модели с целью продемонстрировать понимание естественнонаучных понятий, структур, связей, процессов, биологических или физических систем или циклов (например, пищевых цепей, электрических цепей, круговорота воды в природе, солнечной системы, структуры атома).

При оценке умений применять знания выделяется блок заданий, в которых учащиеся должны были *связывать знания* выделенных биологических и физических понятий с наблюдаемыми или предполагаемыми свойствами, поведением, использованием объектов, организмов или материалов.

Учащиеся должны были *находить и применять информацию, интерпретировать* связанную с естественнонаучными понятиями или принципами информацию, представленную в виде текста, таблиц или графиков.

В процессе *решения качественных или количественных задач на прямое применение понятий* от учащихся требовалось определять или использовать зависимости, связи, уравнения или формулы.

Основной блок заданий в данной группе был направлен на *объяснения*. Учащиеся должны были объяснять наблюдаемые в процессе эксперимента или в природе явления, демонстрировать понимание понятий, принципов, законов или теорий, лежащих в основе этих явлений.

Следует особо выделить проблему оценки способности решать задачи. В международных исследованиях различают решение задач по видам деятельности, которую необходимо продемонстрировать при их решении: решение знакомых или стандартных (типичных) задач и решение нестандартных задач. Решение стандартных задач, в которых требуется применить известные знания, алгоритмы и методы, отнесены к блоку «Применение», а решение нестандартных задач, в которых требуется в новой ситуации разработать новый метод решения на основе известных, отнесено к блоку «Рассуждения».

Описание видов деятельности, которую разработчики связывают с демонстрацией умения применять знания и алгоритмы и процедуры, представлено в таблице 7.

Таблица 7

Описание особенностей деятельности по группе «Применение» по естествознанию

ПРИМЕНЕНИЕ	
Сравнивать, противопоставлять, классифицировать	Определять или описывать сходные черты или различия между группами организмов, материалов или процессов; различать, классифицировать или устанавливать порядок или последовательность отдельных объектов, материалов, организмов или процессов на основе их характеристик и свойств
Использовать модели	Использовать диаграммы, рисунки, модели с целью продемонстрировать понимание естественнонаучных понятий, структур, связей, процессов, биологических или физических систем или циклов (например, пищевых цепей, электрических цепей, круговорота воды в природе, солнечной системы, структуры атома)
Связывать, соотносить	Связывать знания выделенных биологических и физических понятий с наблюдаемыми или предполагаемыми свойствами, поведением, использованием объектов, организмов или материалов
Интерпретировать информацию	Интерпретировать связанную с естественнонаучными понятиями или принципами информацию, представленную в виде текста, таблиц или графиков
Находить решения	Определять или использовать зависимости, связи, уравнения или формулы для решения качественных или количественных задач на прямое применение понятий
Объяснять	Объяснять наблюдаемые в процессе эксперимента или в природе явления, демонстрировать понимание понятий, принципов, законов или теорий, лежащих в основе этих явлений

За последние годы во всех международных сравнительных исследованиях увеличивается доля заданий на оценку так называемых «умений высокого порядка» (high order skills), изменяются акценты между простым воспроизведением знаний и их применением в различных ситуациях.

В заданиях на **рассуждения** (*установление причинно-следственных связей и анализ*) от учащихся требуется *на основе проведенного анализа* проблемы с целью определения соответствующих связей, понятий и этапов *решения проблемы*; находить решение проблемы и давать *объяснения способа решения*.

Большое внимание отводится *обобщению и интегрированию знаний из различных областей естествознания, математики и других областей знаний*. Учащимся предлагается решать проблемы, требующие рассмотрения различных фактов или соответствующих понятий из различных разделов естествознания, демонстрировать понимание обобщенных естественнонаучных понятий и подходов; использовать математические понятия и методы при решении естественнонаучных проблем.

Оценка овладения методами научного познания является одним из важнейших направлений диагностики учебных достижений. Она включает следующие основные группы умений:

- *формулировать вопросы*, на которые можно ответить в процессе естественнонаучного исследования, используя естественнонаучные понятия и информацию, полученную на основе наблюдений и личного опыта; *формулировать гипотезы* для проверки в эксперименте, используя экспериментальные данные; делать предположения о возможных изменениях в биологических или физических объектах или системах;

- *планировать исследования* в соответствии с поставленными естественнонаучными вопросами или гипотезами; описывать и выявлять характеристики правильно спланированного исследования с учетом измеряемых и контролируемых переменных, причинно-следственных связей, принимать решения об измерениях или процедурах, которые должны быть использованы в процессе проведения исследования;

- *делать выводы на основе полученных данных*, а именно, определять и описывать тенденции в данных, интерполировать и экстраполировать на основе имеющихся данных или информации; делать соответствующие выводы в связи с поднятыми проблемами, демонстрируя понимание естественнонаучных понятий; демонстрировать понимание причин и следствий при рассмотрении явлений.

- *делать общие выводы и оценивать их*, выходя за пределы данного эксперимента или его условий, использовать полученные выводы в новых ситуациях; получать обобщенные формулы, выражающие физические связи;

- *оценивать альтернативы и прогнозировать последствия*: рассматривать и взвешивать преимущества и недостатки в процессе принятия решений об альтернативных процессах, материалах или источниках; рассматривать естественнонаучные и социальные факторы в процессе оценки воздействия или последствий использования достижений естествознания и технологии в биологических и физических системах; оценивать альтернативные объяснения или стратегии решения проблем; оценивать результаты исследований с точки зрения достаточности данных, подтверждающих выводы;

- *приводить доказательства и аргументы*, доказывать правильность объяснений и решения проблем, используя очевидные подтверждения; приводить аргументы для подтверждения обоснованности решения проблем, экспериментальных выводов или научных объяснений.

К данному блоку также относится *решение нестандартных задач*.

Описание видов деятельности, которую разработчики связывают с демонстрацией умений рассуждать, представлено в таблице 8.

Таблица 8

Описание особенностей деятельности по группе «Рассуждения» по естествознанию

РАССУЖДЕНИЯ	
Анализировать, решать проблемы	Анализировать проблемы с целью определения соответствующих связей, понятий и этапов решения проблемы; находить решение проблемы и давать объяснение способа решения.
Обобщать, интегрировать	Решать проблемы, требующие рассмотрения различных фактов или соответствующих понятий из различных разделов естествознания, демонстрировать понимание обобщенных естественнонаучных понятий и подходов; использовать математические понятия и методы при решении естественнонаучных проблем
Формулировать гипотезы, делать предположения	Формулировать вопросы, на которые можно ответить в процессе естественнонаучного исследования, используя естественнонаучные понятия и информацию, полученную на основе наблюдений и личного опыта; формулировать гипотезы для проверки в эксперименте, используя экспериментальные данные; делать предположения о возможных изменениях в биологических или физических объектах или системах
Проектировать, планировать	Планировать исследования в соответствии с поставленными естественнонаучными вопросами или гипотезами; описывать и выявлять характеристики правильно спланированного исследования с учетом измеряемых и контролируемых переменных, причинно-следственных связей, принимать решения об измерениях или процедурах, которые должны быть использованы в процессе проведения исследования
Формулировать выводы	Определять и описывать тенденции в данных, интерполировать и экстраполировать на основе имеющихся данных или информации; делать соответствующие выводы в связи с поднятыми проблемами, демонстрируя понимание естественнонаучных понятий; демонстрировать понимание причин и следствий при рассмотрении явлений
Обобщать	Делать общие выводы и оценивать их, выходя за пределы данного эксперимента или его условий, использовать полученные выводы в новых ситуациях; получать обобщенные формулы, выражающие физические связи
Оценивать	Рассматривать и взвешивать преимущества и недостатки в процессе принятия решений об альтернативных процессах, материалах или источниках; рассматривать естественнонаучные и социальные факторы в процессе оценки воздействия

	или последствий использования достижений естествознания и технологии в биологических и физических системах; оценивать альтернативные объяснения или стратегии решения проблем; оценивать результаты исследований с точки зрения достаточности данных, подтверждающих выводы
Доказывать правильность	Доказывать правильность объяснений и решения проблем, используя очевидные подтверждения; приводить аргументы для подтверждения обоснованности решения проблем, экспериментальных выводов или научных объяснений

Как показывает анализ, в исследовании TIMSS задания с выбором ответа в основном используются для оценки освоения знаний, в то время как для оценки сформированности умений и учебно-познавательной деятельности более высокого уровня по категории «рассуждения» используются задания со свободным кратким и развернутым ответом, причем оценке именно этих умений уделяется значительное внимание, что можно проиллюстрировать, используя данные, приведенные в таблицах 9-10.

Анализ структуры и содержания естественнонаучной части тестов TIMSS в 2007 году в сравнении с предыдущими этапами исследования (1995, 1999 и 2003 годов) позволил выявить ряд изменений.

Некоторые из них можно продемонстрировать с помощью таблиц 9 и 10, в которых представлено распределение заданий естественнонаучной части теста TIMSS по типу заданий в 1995, 1999, 2003 и 2007 годах (для 4 класса – только для 2003 и 2007 годов). Анализ таблиц показывает, что:

- увеличилось общее число заданий;
- увеличилась доля заданий со свободным ответом; на их выполнение стало отводиться около 50% времени.

Таблица 9

Распределение заданий естественнонаучной части теста TIMSS для учащихся 8 классов

Год исследования	Процент заданий с выбором ответа	Процент заданий со свободным ответом	Общее число заданий
1995	75%	25%	135
1999	71%	29%	146
2003	58%	42%	189
2007	50%	50%	212

Таблица 10

Распределение заданий естественнонаучной части теста TIMSS для учащихся 4 классов

Год исследования	Процент заданий с выбором ответа	Процент заданий со свободным ответом	Общее число заданий
2003	60%	40%	152
2007	53%	47%	174

4. Подход к оценке личностных качеств учащихся, формируемых на уроках математики и естествознания

Согласно концепции исследования состав учебных достижений учащихся не ограничивается предметными знаниями и умениями, а также видами учебно-познавательной деятельности. В качестве третьей составляющей включаются личностные качества учащихся: положительное отношение к предмету, «математический и естественнонаучный склад ума», наличие которых, как показывают результаты исследования, способствует успешности достижений учащихся.

Представление о требованиях к личностным результатам обучения позволяют составить вопросы, включенные в анкеты для учащихся и учителей. Вопросы анкеты для учащихся, направленные на выявление необходимой информации, были разработаны с учетом современной концепции «эффективного ученика», которая нашла подтверждение в практике обучения. Согласно этой концепции «эффективным учеником» считается тот, у кого хорошая мотивация, уверенность в своих способностях, эффективные подходы к изучению предмета, сознательное регулирование этого процесса. Считается достаточно вероятным, что такие учащиеся после окончания школы будут продолжать учиться всю жизнь, а это умение с каждым годом приобретает все большее значение в современном быстро изменяющемся мире.

Вопросы анкеты были направлены на получение информации о четырех сторонах личности учащихся, связанных с изучением математики и естествознания:

- мотивация (интерес к математике и естествознанию, важность их изучения, удовольствие при изучении, позволяет ли изучение этих предметов достигать целей, которые ставит ученик, и др.);
- уверенность в себе (уверенность в своих способностях к математике и естествознанию и возможности преодолеть возникающие при обучении трудности и др.);
- «стратегии» в изучении предмета (старается ли ученик в основном запоминать новый материал или связать его с тем, что он изучал ранее, самоконтроль в процессе изучения предмета и др.);
- эмоциональные факторы (насколько ученик волнуется при изучении предмета, чувство тревожности, беспомощности и т.п.).

Ответы учащихся на соответствующие вопросы анкеты позволяют косвенным образом оценить, насколько они уверены в своих возможностях в изучении математики и естествознания, насколько эта уверенность связана с результатами их деятельности при выполнении математических и естественнонаучных заданий. Кроме того, насколько та или иная степень обладания теми или иными комбинациями выделенных качеств определяет выбор эффективных стратегий в изучении математики и естествознания.

Представление о требованиях к общепредметным умениям позволяют составить вопросы анкеты, разработанные для косвенной оценки достижения одного из таких требований – умения решать различные проблемы, используя для этого математические и естественнонаучные знания. По мнению организаторов исследования, для развития данного умения учителя должны организовывать на уроке выполнение учащимися определенных видов деятельности, которые являются составными частями этого умения. В качестве показателей, характеризующих интенсивность проведения учителями подобной работы, использовалось время, которое, согласно мнению учащихся, учителя отводят на следующие виды деятельности на уроках естественнонаучных предметов:

- объяснение учащимся высказанной им идеи,
- представление зависимости между различными величинами в виде функции или уравнения,
- интерпретация данных, представленных в различной форме (таблиц, диаграмм, схем, графиков),

– решение нестандартных задач, которые не имеют очевидного способа решения.

Для получения перечисленной выше информации в анкету для учащихся включались соответствующие вопросы.

Особо обращается внимание на выявление овладения учащимися способами познания, например, умением учиться. Информация об этом общеучебном умении собирается с помощью включения в анкеты для учащихся вопросов, выясняющих стратегии обучения, которые они используют при изучении математики и естествознания. Кроме того, в тесты включаются комплексные задания, позволяющие зафиксировать умение учащегося в интерактивном режиме усваивать новый метод познания. В начале такого задания сообщается новая информация или новый способ познания, затем предлагаются вопросы, при выполнении которых учащийся должен показать, что он самостоятельно овладел новым способом познания и может использовать его творчески для получения более общих закономерностей изучаемого процесса или явления.

Ниже приведены примеры вопросов, направленных на выявление некоторых личностных качеств учащихся: интереса к предмету, мотивации к его изучению и самооценки. Так как большинство вопросов и по математике, и по естествознанию имеют практически общую структуру и содержание, то по одним позициям приведены вопросы, имеющие отношение к математике, а по другим – к отдельным естественнонаучным предметам.

1) *Отношение к математике (Анкета для учащихся 8 класса).*

Насколько Вы согласны или не согласны со следующими высказываниями об изучении математики?

(Отметьте одну клетку в каждой строке.)

	<i>Полностью согласен</i>	<i>Скорее согласен</i>	<i>Скорее не согласен</i>	<i>Полностью не согласен</i>
а) Я обычно хорошо учусь по математике	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
б) Мне хочется, чтобы в школе было больше уроков математики	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
в) Как я ни стараюсь, математика дается мне труднее, чем многим моим одноклассникам	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
г) Изучение математики доставляет мне удовольствие	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
д) Иногда, когда я с самого начала не понимаю новую тему по математике, я знаю, что не пойму ее никогда	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
е) В математике я не силен	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
ж) Математика дается мне легко	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
з) Математика – скучный предмет	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
и) Мне нравится математика	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

Мотивация к обучению физике (Анкета для учащихся 8 класса)

2) **Насколько Вы согласны или не согласны со следующими высказываниями об изучении физики?**

(Отметьте одну клетку в каждой строке.)

	<i>Полностью согласен</i>	<i>Скорее согласен</i>	<i>Скорее не согласен</i>	<i>Полностью не согласен</i>
а) Я думаю, что изучение физики пригодится мне в моей жизни	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
б) Мне нужна физика для изучения других школьных предметов	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
в) Мне нужно хорошо учиться по физике, чтобы поступить в вуз	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄
г) Мне нужно хорошо учиться по физике, чтобы получить работу, которую мне хочется	<input type="checkbox"/> ₁	<input type="checkbox"/> ₂	<input type="checkbox"/> ₃	<input type="checkbox"/> ₄

5. Оценка выполнения заданий по математике и естествознанию

Информативность и объективность оценки учебных достижений учащихся существенно зависит от процедуры оценки выполнения заданий. В исследовании используются три типа заданий: с выбором ответа, с кратким ответом и с развернутым ответом. Поэтому значительные усилия направляются на создание руководства по оценке, которое включает четко определенные рекомендации к выставлению оценочных баллов. Эти руководства разрабатываются для экспертов по проверке выполнения заданий с кратким и развернутым ответами.

5.1. Общие подходы к оценке выполнения заданий

Выполнение заданий с выбором ответа и некоторых заданий с кратким ответом поддается автоматизированной проверке и оценке. При этом неверные ответы, предложенные разработчиками к заданиям с выбором ответа, составляются таким образом, что позволяют диагностировать некоторые характерные ошибки учащихся. Учет наиболее часто встречающихся неверных ответов, которые учащиеся дают на задания с кратким ответом, также позволяет отследить некоторые характерные ошибки тестируемых школьников.

В тех случаях, когда задания с кратким ответом не поддаются автоматизированной проверке или представляет особый интерес выявить характерные недочеты подготовки учащихся, для экспертов разрабатываются специальные рекомендации по оценке выполнения этих заданий, которые включают перечень предполагаемых характерных ошибок учащихся. Задачей экспертов является фиксирование выделенных ошибок при проверке работ учащихся. Ниже приведено такое задание и рекомендации по оценке его выполнения.

Задание 1 (математика, 4 класс, 1 балл).

Три тысячи билетов на футбольный матч пронумерованы от 1 до 3000. Зрители, у которых номер билета заканчивается на 112, получают приз. Запиши номера всех призовых билетов.

Код	Ответ	Задание: M031016
	Верный ответ	
10	112, 1112, 2112	
	Неверный ответ	
70	112, 1112, 2112, но указаны еще и неверные номера	
71	Один или два номера указаны верно и не приведены неверные номера	
79	Другой неверный ответ (включая ответ: зачеркнутый, стертый, неразборчивый или не связанный с условием задачи, случайные записи).	
	Задание пропущено	
99	Нет никаких записей или следов записей	

Повышению информативности диагностики учебных достижений учащихся способствует фиксирование не только верных и неверных ответов, но и отсутствие какого-либо ответа на задание (задание пропущено). Этот показатель выполнения задания используется в том случае, когда ученик не оставил никаких свидетельств того, что он пытался выполнять это задание, но приступал к выполнению последующих заданий. Если на все последующие задания учащийся не привел никакого ответа, т.е. не оставил никаких следов, то ответ на это задание и все последующие фиксируется как «не приступал». Это может быть, например, тогда, когда учащемуся не хватило времени на выполнение этих заданий. Разведение отсутствия ответа на две категории: «задание пропущено» и «не приступал» позволяет более точно диагностировать подготовку учащегося, так как, если он пропустил задание, то, скорее всего, не знал, как его выполнить. Поэтому в схеме анализа предписывается при наличии любых следов, показывающих, что ученик приступал к выполнению задания (см. в приведенном выше примере указания к выставлению кода 79 – *зачеркнутый, стертый, неразборчивый или не связанный с условием задачи, случайные записи*), считать ответ неверным, а если никаких следов не осталось – «задание пропущено» или «не приступал к выполнению», если на все последующие задания не дано никакого ответа.

Как уже отмечалось, в исследовании TIMSS почти половина заданий составлена в форме заданий со свободным ответом. Для каждого из этих заданий разработаны специальные рекомендации по оценке его выполнения.

В исследовании TIMSS приняты следующие подходы к присвоению баллов за выполнение задания: верное выполнение заданий с выбором ответа и кратким ответом оценивается 1 баллом, неверное выполнение или отсутствие решения – 0 баллов.

В зависимости от степени сложности задания с развернутым ответом полный верный ответ на него оценивается 1 или 2 баллами. В рекомендациях по оценке двухбалльных заданий диагностика недочетов в подготовке учащихся проводится с помощью фиксирования частично верного ответа на основе специально разработанных рекомендаций.

- Выполнение 1-балльного задания оценивается как верное – выставляется 1 балл или неверное – выставляется 0 баллов.
- Выполнение 2-балльного задания оценивается как полностью верное (выставляется 2 балла) или частично верное (выставляется 1 балл), или

неверное (выставляется 0 баллов). Например, по математике частично верным считается ответ, в котором имеются незначительные ошибки при использовании верных математических методов или учтены не все условия поставленной задачи. При проверке понимания математических понятий ответы, которые показывают только частичное понимание, оцениваются 1 баллом.

Общие указания по оценке заданий приведены в таблицах 11 и 12. Следует отметить, что они по сути близки к рекомендациям, которые разрабатываются к оценке выполнения заданий с развернутым ответом в вариантах экзаменационных работ при проведении ЕГЭ. Отметим, что возможность общих указаний обеспечить объективную оценку выполнения заданий экспертами существенно зависит от их уточнения в соответствии с содержанием оцениваемого задания.

Таблица 11

Общие подходы к оценке выполнения математических заданий с кратким и развернутым ответом

Оценка выполнения задания с развернутым ответом	
2 балла:	<p>Ответ, оцениваемый 2 баллами, является полным и правильным. В ответе продемонстрировано полное понимание математических понятий и/или методов, необходимых для решения поставленной задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> · ответ показывает, что ученик полностью выполнил задание и использовал при этом верные математические методы · ответ содержит ясное, полное объяснение или обоснование и/или соответствующее решение, когда это требуется
1 балл:	<p>Ответ, оцениваемый 1 баллом, является частично верным. В ответе продемонстрировано только частичное понимание математических понятий и/или методов, необходимых для решения поставленной задачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> · верно учтены только некоторые условия задачи, но решение либо не завершено, либо содержит ошибки в использовании некоторых методов или в понимании понятий · может быть дан верный ответ при неверном или несоответствующем объяснении или решении, решение и/или объяснение совсем не приводится, хотя и требуется по условию задания · могут быть ошибки в решении, но использованы соответствующие математические методы
0 баллов:	<p>Ответ, оцениваемый 0 баллов, является полностью неверным, неуместным или непоследовательным.</p>
Оценка выполнения задания с кратким ответом	
1 балл:	<p>Ответ, оцениваемый 1 баллом, является верным. Ответ показывает, что ученик выполнил задание верно.</p>
0 баллов:	<p>Ответ, оцениваемый 0 баллов, является полностью неверным, неуместным или непоследовательным.</p>

Общие рекомендации по оценке естественнонаучных заданий с кратким и развернутым ответом

Оценка выполнения задания с развернутым ответом	
2 балла:	<p>Ответ, оцениваемый 2 баллами, является полным и правильным.</p> <p>Ответ показывает полное понимание естественнонаучных понятий и/или методов, необходимых для выполнения данного задания:</p> <ul style="list-style-type: none"> · ответ показывает, что ученик рассмотрел все аспекты поставленной задачи, показав правильное применение естественнонаучных понятий и/или методов · ответ содержит ясное, полное объяснение и/или соответствующее решение, когда это требуется
1 балл:	<p>Ответ, оцениваемый 1 баллом, является частично верным.</p> <p>Ответ демонстрирует только частичное понимание естественнонаучных понятий и/или методов, необходимых для выполнения данного задания:</p> <ul style="list-style-type: none"> · правильно выполнены некоторые элементы задания, но ответ может быть неполным или содержать ошибки в понимании и использовании некоторых понятий и методов · может содержать правильный ответ, но не полное объяснение · может содержать неверный ответ, но объяснение показывает правильное понимание некоторых естественнонаучных понятий
0 баллов:	<p>Ответ, оцениваемый 0 баллов, является совершенно неверным или неадекватным, не связанным с условием задания или непоследовательным.</p>
Оценка выполнения задания с кратким ответом	
1 балл:	<p>Ответ, оцениваемый 1 баллом, является верным.</p> <p>Ответ показывает, что ученик выполнил задание верно.</p>
0 баллов:	<p>Ответ, оцениваемый 0 баллов, является совершенно неверным или неадекватным, не связанным с условием задания или непоследовательным.</p>

5.2. Диагностическая система оценки в исследовании TIMSS

В исследовании TIMSS используется диагностическая система оценивания. К каждому заданию или части задания со свободным развернутым ответом даются указания по оценке, разработанные специально для того, чтобы обеспечить возможность получения данных о достижениях учащихся, а также диагностической информации о неверном понимании понятий и характерных ошибках.

Руководство по оценке выполнения заданий со свободным ответом в исследовании TIMSS разработано таким образом, что, кроме распределения ответов на верные и неверные, оно позволяет получить дополнительную информацию, важную для совершенствования процесса обучения: что знают и могут делать учащиеся, какие методы используют, а также неверные представления о понятиях или типичные недочеты при использовании известных методов и процедур.

Диагностическая система оценки в исследовании TIMSS основана на двузначной системе кодирования, где первая цифра характеризует степень правильности ответа

(полностью верный, частично верный, неверный, отсутствие ответа). Первая цифра при кодировании правильных или частично правильных ответов означает число баллов, которые даются за ответ.

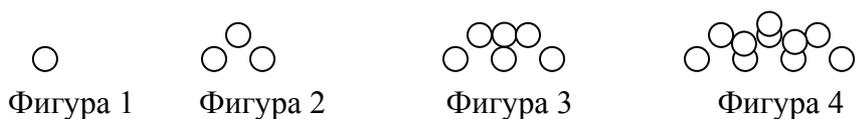
Вторая цифра представляет диагностический код и используется для классификации метода, используемого для решения поставленной проблемы, типичных ошибок или неправильных представлений. Информация, получаемая с помощью второй цифры, отвечает на такие вопросы, как: «Варируются ли подходы учащихся к получению верного ответа на задание? Имеется ли у учащихся такой подход, использование которого оказывается более успешным по сравнению с другими? Каковы наиболее типичные недочеты в усвоении учащимися проверяемого материала? Каковы типичные ошибки?»

Итак, вторая цифра кода для правильных или неправильных ответов дает диагностическую информацию. Так как оценка выполнения заданий со свободным ответом требует значительных затрат, то в исследовании TIMSS отдельные коды разрабатываются только для тех типов ответов учащихся, которые представляют ценность для совершенствования обучения. А именно, специальные диагностические коды предназначены для выявления только преобладающих верных или неверных подходов/стратегий, используемых учащимися.

Ниже приведен пример, иллюстрирующий диагностический характер кодирования ответов учащихся, принятый в исследовании TIMSS.

Задание 2 (математика, 8 класс, 2 балла)

На рисунке изображены четыре фигуры, составленные из кругов.



а) Заполните приведенную ниже таблицу. Сначала укажите, из скольких кругов составлена Фигура 4. Затем укажите, сколько кругов понадобится, чтобы составить Фигуру 5, если продолжить приведенную последовательность фигур.

Фигура	Число кругов
1	1
2	3
3	6
4	
5	

б) Последовательность фигур продолжается до получения Фигуры 7. Сколько кругов понадобилось бы для составления Фигуры 7?

Ответ: _____

в) Фигура 50 в этой последовательности состоит из 1275 кругов. Определите число кругов в Фигуре 51. Не изображая Фигуру 51, объясните, как вы получили свой ответ.

Рекомендации к оценке ответов учащихся на вопрос в)

Верный ответ	
20	1326. Верные общие формулы: $\frac{n(n+1)}{2}$; $\frac{51 \cdot 52}{2}$ или эквивалентные им.
21	1326. [Сложить: 1275 + 51]
29	Другой полный верный ответ, включая [(номер фигуры) ² – число кругов в предыдущей фигуре].
Частично верный ответ	
10	1326 без объяснения, как получено это число
11	Верный метод, но не указан ответ 1326.
19	Другой частично верный ответ
Неверный ответ	
71	51 x 2 = 102
72	n ² + 1
79	Неверный (включая зачеркнутые/стертые записи, случайные отметки, неразборчивые или не связанные с условием задания записи)
Отсутствие ответа	
99	Нет никаких записей и следов записей

Надежность оценивания ответов учащихся существенно зависит от согласованности оценок, выставленных экспертами. В исследовании это обеспечивается выполнением экспертами следующих рекомендаций: если эксперт не всегда согласен с каждой буквой указаний по оценке, все равно он должен последовательно применять все эти указания, чтобы обеспечить сохранение качества, заложенного в процесс оценки; кодировщик не должен руководствоваться своими предположениями о том, что именно имел в виду ученик в своем ответе и может дать только оценку того ответа, который ученик записал в своей тетради. При оценке выполнения заданий со свободным ответом следует учитывать, что в исследовании TIMSS оценивается знание математики или естествознания, а не письменная речь учащихся. Поэтому орфографические и грамматические ошибки не учитываются.

Специально рассматривается ситуация, когда учащиеся могут дать ответ, который отвечает всем требованиям условия задания и может быть признан полностью верным ответом, но при этом содержит информацию, которая является неточной или не связанной с условием задания. Основное правило в подобных случаях – не учитывать неточную или не связанную с условием часть ответа, а оценить только ту часть ответа, которая является верной. При этом возможны исключения, поэтому каждый ответ надо прочитать в целом. Так, например, последующая часть ответа противоречит предыдущей. А именно, дальнейшее объяснение явно показывает, что ученик в действительности не понимает, какой требуется ответ на поставленный вопрос, или становится ясным, что ученик изменил точное понимание на неточное. В таких случаях ответ считается неверным.

6. Подходы к представлению результатов оценки учебных достижений по математике и естествознанию

Особый интерес представляет используемый в исследовании TIMSS подход к определению и описанию уровней математической и естественнонаучной подготовки учащихся на основе результатов тестирования и содержательной трактовки полученных ими оценок.

Для характеристики состояния учебных достижений учащегося был использован способ, учитывающий реальную трудность успешно выполненных учеником заданий международного теста. Реальная трудность задания подсчитывалась на основе учета результатов тех участников исследования, которые справились с ним. При этом важно, что трудность задания и показатель, характеризующий учебные достижения ученика, определяются по одной и той же шкале (см. рис. 7). Это позволяет соотнести возможности ученика с трудностью заданий, которые он мог бы успешно выполнить.

Реальная трудность задания оценивалась баллом, который определяется по 1000-балльной шкале на основе результатов его выполнения участниками исследования. Затем каждому учащемуся с учетом реальной трудности всех решенных им заданий по этой же шкале выставляется балл, который оценивает состояние его математической или естественнонаучной подготовки. Очевидно, что эта оценка подготовки ученика имеет вероятностный характер. Поэтому ее 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 ниже полученного им балла. Используемый подход позволяет охарактеризовать учебные достижения ученика следующим образом: существует достаточно большая вероятность (65%), что ученик успешно справится с заданиями, трудность которых ниже оценки состояния его подготовки, и скорее не сможет выполнить задания, трудность которых выше полученной им оценки.

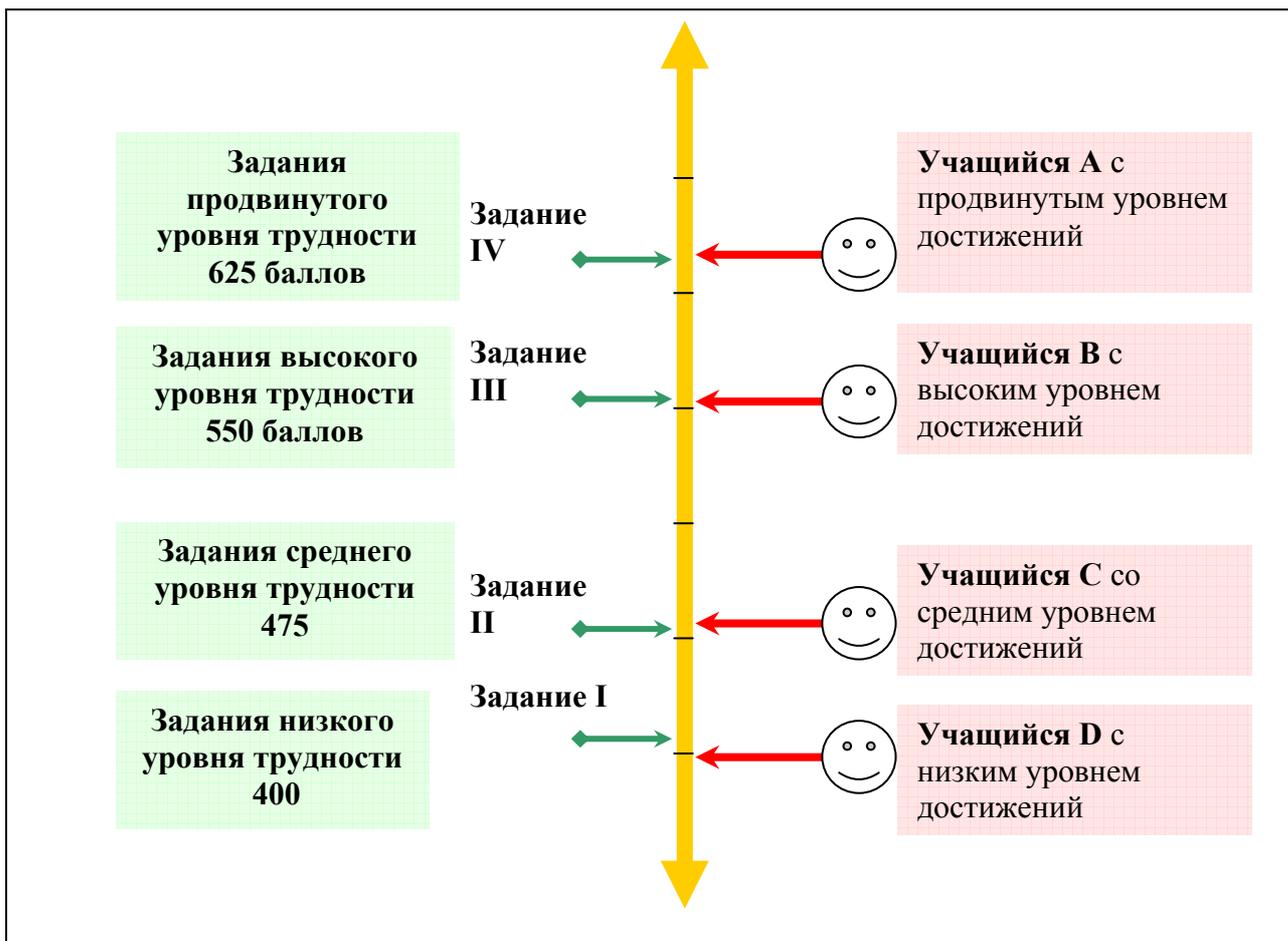


Рис. 7. Графическая интерпретация шкалы исследования TIMSS.

Балловые оценки трудности заданий и состояния математической и естественнонаучной подготовки учащихся разработчики исследования распределили по убыванию значений на четыре уровня (промежутка): продвинутый, высокий, средний и низкий.

В 1995 и 1999 годах в качестве основы для выделения уровней использовались процентиля. Продвинутый уровень – 90-й перцентиль, высокий – 75-й, средний – 50-й и низкий – 25-й. Однако учитывая, что значение перцентилей меняется в разных циклах в зависимости от состава стран, в 2003 году были введены постоянные значения границ уровней: продвинутый уровень – 625 балла, высокий – 550 баллов, средний – 475 баллов и низкий – 400 баллов. При этом была обеспечена возможность сравнения результатов 1995 и 1999 годов.

В соответствии с принятой в исследовании 1000-балльной шкалой каждый из этих промежутков определял один из четырех выделенных уровней математической или естественнонаучной деятельности, которая требовалась для решения заданий, трудность которых принадлежала этому промежутку. Промежуток значений баллов, отнесенных к четвертому уровню (самому высокому), определялся трудностью группы тестовых заданий, трудность которых была оценена самыми высокими баллами по сравнению с другими заданиями. Промежутки для остальных уровней определялись по убыванию значений баллов, оценивающих трудность остальных заданий. Считается, что все виды деятельности, которые выделены на более низких уровнях, являются составными частями деятельности, присущей более высокому по сравнению с ними уровню. Следует иметь в виду, что если оценка математической или естественнонаучной подготовки ученика ниже 1-го уровня, то это не означает, что этот ученик не может выполнять никакую, например,

математическую деятельность. Просто он не смог успешно применить свои математические знания даже в самых простых заданиях, предложенных в проведенном исследовании.

Для качественного описания учебных достижений учащихся, продемонстрировавших различные уровни подготовки, был использован специальный метод (anchoring method), который позволил определить, какие задания успешно выполнили учащиеся, достигшие того или иного уровня. Для этого были объединены результаты учащихся всех стран, имеющих данный уровень подготовки. Затем для каждого уровня детально описывались знания и умения, которые продемонстрировали учащиеся, достигшие этого уровня. На основе детального описания формулировалось обобщенное описание.

Содержательное описание каждого из выделенных уровней учебных достижений составляется с учетом содержания тестовых заданий, которые успешно выполнила группа учащихся, состояние подготовки которых отвечало данному уровню. При этом критерием отбора заданий является их успешное выполнение не менее 65% учащихся этой группы и не более 50% учащихся группы, отнесенной к более низкому уровню.

Анализ описания иерархических **уровней состояния математической подготовки**, принятых в исследовании, позволяет уточнить, чем именно определяется различие математической деятельности, характерной для каждого из них:

1. Сложностью анализа и интерпретации предложенной информации и рассуждений, необходимых для решения поставленной проблемы. Это зависит от описания ситуации, от того, насколько явно видна проблема, которая решается средствами математики, а также насколько учащимся знаком способ ее решения и насколько при этом требуется применить интуицию, сложные рассуждения и обобщение.
2. Формой представления информации. Ситуации варьируются от постановки проблем, в которых информация представлена в единственной форме, до проблем, в которых необходимо интегрировать информацию, представленную в нескольких формах, или самому создать форму представления решения поставленной задачи.
3. Сложностью способа решения, который варьируется от одношагового решения, когда требуется воспроизвести известные базовые математические факты и выполнить простые вычисления, до многошагового решения, когда требуется применить более продвинутое математическое знание, умение разработать модель предложенной ситуации и самостоятельно создать способ решения.
4. Сложностью математической аргументации, которая варьируется в зависимости от предложенной ситуации, т.е. может вообще не потребоваться, или нужно будет привести хорошо известные аргументы, или придется создать самому математическую аргументацию, или понять аргументацию, предложенную другими, или высказать суждение относительно корректности этой аргументации.

В качестве примера содержательного описания четырех выделенных уровней учебных достижений учащихся ниже приведено принятое в исследовании 2003 года описание уровней математической подготовки учащихся 4-го класса.

1. Продвинутый уровень учебных достижений по математике – более 625 баллов.

Учащиеся могут применить свои знания/понимание к разрешению широкого круга достаточно сложных ситуаций. Они демонстрируют достаточно развитое понимание обыкновенных и десятичных дробей и соотношений между ними. Они могут выбрать информацию, нужную для решения многошаговой текстовой задачи, в которой представлены пропорциональные величины. Они могут составить сами или выбрать из предложенных правило составления зависимости величин. Они владеют понятием площади и могут использовать единицы измерения и способы подсчета площади для разрешения поставленных проблем. Они показывают некоторое понимание понятия поворота фигур на плоскости и в пространстве. Они могут организовать,

проинтерпретировать и представить данные, необходимые для решения поставленной проблемы.

2. Высокий уровень учебных достижений по математике – 550-625 баллов.

Учащиеся могут применить свои знания/понимание к разрешению поставленных проблем. Они могут решить многошаговые текстовые задачи на сложение, вычитание, умножение и деление. Они могут применить свое понимание поместного значения цифр в записи многозначного числа, а также несложных обыкновенных дробей для решения поставленных проблем. Они могут 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. Они демонстрируют умение производить различные измерения, могут интерпретировать и использовать данные, представленные в таблицах, на графиках для решения поставленных проблем.

3. Средний уровень учебных достижений по математике – 475-550 баллов.

Учащиеся могут применить базовые математические знания в несложных (простых) ситуациях. Они могут прочитать, проинтерпретировать и использовать различные формы представления чисел. Они могут выполнять действия с трех-четырёхзначными числами и десятичными дробями. Они могут продолжить несложные числовые последовательности. Они знакомы с различными двухмерными фигурами. Они могут прочитать и интерпретировать одни и те же данные, представленные в различной форме.

4. Низкий уровень учебных достижений по математике – 400-475 баллов

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.

Оценка состояния учебных достижений по естествознанию учащихся 4 и 8 классов проводилась также как и по математике с помощью специально выделенных уровней выполнения тестов (уровней естественнонаучной подготовки, которые можно было содержательно описать в терминах знаний и умений, которые продемонстрировали учащиеся, достигшие данного уровня).

Различия между уровнями достижений по естествознанию определяются:

- объемом и глубиной освоения предметных знаний и умений;
- контекстом решаемой проблемы (например, из повседневной жизни или научных исследований);
- уровнем умений в области проведения научных исследований;
- сложностью используемых в задании рисунков, диаграмм, графиков и таблиц;
- полнотой ответов.

В выделенных уровнях достижений проявляется прирост в результатах выполнения теста различными группами учащихся. Например, учащиеся 8 класса, наиболее хорошо выполнившие тест по естествознанию, продемонстрировали усвоение достаточно сложных естественнонаучных понятий, умение применять свои знания для решения задач, а также понимание основных особенностей естественнонаучных исследований. Восьмиклассники, выполнившие наименьшее число заданий теста, смогли только продемонстрировать знание некоторых основных фактов, а также представления о некоторых физических явлениях, встречающихся в жизни.

При анализе результатов исследования по уровням учебных достижений следует учитывать, что учащиеся, достигшие определенного уровня, смогли продемонстрировать знания и умения, характерные как для этого уровня, так и для всех более низких уровней подготовки.

Ниже приводится обобщенное описание уровней учебных достижений учащихся 8 класса по естествознанию, представленное в исследовании TIMSS 2007 года.

1. Продвинутый уровень учебных достижений по естествознанию – более 625 баллов.

Учащиеся, достигшие этого уровня, могут продемонстрировать усвоение достаточно сложных и абстрактных естественнонаучных понятий. Они могут использовать знания о Солнечной системе и характеристиках Земли, процессах, происходящих на Земле. Они демонстрируют понимание: сложности живых организмов и их связи с окружающей средой, электрических явлений, теплового расширения, звуковых явлений, строения вещества, физических и химических свойств и изменений, проблем окружающей среды и сохранения ресурсов, основных особенностей проведения естественнонаучных исследований. Они могут применить основные физические законы и принципы для решения количественных задач; могут дать письменные объяснения, демонстрирующие знания в области естествознания.

2. Высокий уровень учебных достижений по естествознанию – 550-625 баллов.

Учащиеся, достигшие этого уровня, могут продемонстрировать концептуальное понимание некоторых природных циклов и систем, а также некоторых научных принципов. Они демонстрируют понимание некоторых процессов, происходящих на Земле и в Солнечной системе. Имеют представления о некоторых биологических системах, популяциях, размножении и наследственности, структуре и функциях организмов. Они демонстрируют некоторое понимание физических и химических изменений, а также строения вещества. Они решают некоторые основные задачи по физике на световые, тепловые, электрические и магнитные явления и имеют базовые знания об основных экологических проблемах. Они демонстрируют некоторые умения, требуемые при проведении научных исследований. Они способны комбинировать имеющуюся у них информацию для того, чтобы сформулировать выводы; интерпретировать информацию, данную в виде рисунков, графиков, диаграмм и таблиц с целью решения проблем; давать краткие объяснения с использованием естественнонаучных знаний и устанавливать причинно-следственные связи.

3. Средний уровень учебных достижений по естествознанию – 475-550 баллов.

Учащиеся, достигшие этого уровня, способны узнавать и воспроизводить основные научные знания по различным разделам естествознания. Они знают некоторые характеристики Солнечной системы, элементы круговорота воды в природе, некоторые характеристики животных и имеют некоторое представление о здоровье человека. Они имеют некоторое представление об энергии, силе и движении, отражении света и звуке. Они демонстрируют элементарные знания о воздействии человека на окружающую среду и последствиях этого воздействия. Они способны применять знания, давать краткие ответы, извлекать информацию из таблиц, экстраполировать данные, представленные на графике простой линейной зависимости, а также интерпретировать рисунки.

4. Низкий уровень учебных достижений по естествознанию – 400-475 баллов.

Учащиеся, достигшие этого уровня, демонстрируют знание некоторых основных фактов в области биологии, физики и химии. Они имеют некоторые знания об организме человека и наследственности, демонстрируют знакомство с некоторыми физическими явлениями, встречающимися им в повседневной жизни. Учащиеся могут интерпретировать некоторые рисунки и применять знание простых физических понятий в практических ситуациях.

Таким образом, при принятом в исследовании подходе описание выделенных уровней учебных достижений учащихся опирается на содержание заданий, реальная трудность которых отвечает данному уровню.

Для иллюстрации содержания выделенных уровней математической и естественнонаучной подготовки в отчеты по результатам исследования включают примеры заданий каждого уровня, которые использовались в тестировании.

Из приведенных примеров описания уровней учебных достижений явно видно, что этот подход приводит к тому, что описания уровней подготовки наряду с характеристикой состояния общеучебных умений включают характеристику состояния конкретных учебных умений, которые определяются содержанием проверочных заданий, выполнявшихся учащимися. Очевидно, что эти описания вряд ли будут повторяться для характеристики уровней подготовки в любом другом исследовании, отличающемся содержанием заданий, предлагаемых учащимися. Однако общие подходы к описанию учебных достижений по математике и естествознанию применимы ко всем исследованиям, целью которых является оценка и диагностика учебных достижений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Качество общего образования в российской школе: по результатам международных исследований / науч. ред. Г.С. Ковалева. – М: Логос, 2006. (Актуальные вопросы развития образования).
2. Ковалева Г.С. Основные подходы к сравнительной оценке качества математического и естественнонаучного образования в странах мира (по материалам международного исследования TIMSS). Выпуск 1. М.: ИОСО РАО, 1996.
3. Ковалева Г.С., Краснянская К.А. Аналитический доклад «Сравнительный анализ естественно-математической подготовки учащихся основной школы России (в рамках международного сравнительного исследования TIMSS-R)». ИОСО РАО, 2001.
4. Краснянская К.А., Краснокутская Л.П., Денищева Л.О. Сравнительная оценка математической подготовки восьмиклассников российских школ (в рамках третьего международного исследования по оценке качества математического и естественнонаучного образования), ИОСО РАО, 2001.
5. Основные результаты международного исследования качества математического и естественнонаучного образования TIMSS-2003. Аналитический отчет. М.: ИСМО РАО, НФПК, 2004.
6. Сравнительная оценка естественно-математической подготовки выпускников средней школы России (по результатам международного исследования TIMSS). Денищева Л.О., Ковалева Г.С., Кошеленко Н.Г., Краснянская К.А., Лошаков А.А., Найденова Н.Н., Нурминский И.И. /Под ред. Ковалевой Г.С. Выпуск 4. М.: ИОСО РАО, 1997.
7. Сравнительный анализ математической и естественнонаучной подготовки учащихся основной школы России. Денищева Л.О., Дюкова С.Е., Ковалева Г.С., Корощенко А.С., Краснянская К.А., Мягкова А.Н., Найденова Н.Н., Резникова В.З., Суравегина И.Е. /Под ред. Г.С.Ковалевой/. Выпуск 2. М.: ИОСО РАО, 1996.
8. Что отвечают учащиеся, учителя и директора средних школ на вопросы международных анкет? Третье международное исследование по оценке качества математического и естественнонаучного образования – TIMSS. Выпуск 5. М.: ИОСО РАО, 1998.
9. Что отвечают учащиеся, учителя и директора школ на вопросы международных анкет? Третье международное исследование по оценке качества математического и естественнонаучного образования – TIMSS. Выпуск 3. М.: ИОСО РАО, 1996.
10. Bateson D., Nicol C., Schroeder T. Alternative Assessment and Tables of Specification for the Third International Mathematics and Science Study, 1991.
11. Beaton A., Martin M. et al. Mathematics achievement in the middle school years: IEA's third international mathematics and science study (TIMSS), Boston College, Chestnut Hill, MA, 1996.
12. Beaton A., Martin M. et al. Science achievement in the middle school years: IEA's third international mathematics and science study (TIMSS), Boston College, Chestnut Hill, MA, 1996.
13. Kovalyova G., Naidenova N. Science achievement: Russian perspective // Secondary analysis of the TIMSS data. Eds: David F. Robitaille and Albert E. Beaton, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, 2002.
14. Kovalyova G.S. Assessing educational quality through international comparative research: The Third International Mathematics and Science Study in the Russian Federation. // Educational Standards and Assessment in the Russian Federation. Results from Russian-Dutch Cooperation in Education. Acco Leuven/Amersfoort, 1998.
15. Kovalyova G.S. Russian Federation. // The Impact of TIMSS on the Teaching and Learning of Mathematics and Science. Edited by D. Robitaille, A. Beaton, T. Plomp. Vancouver, Pacific Educational Press Canada, 2000.
16. McKnight C., Schmidt W., Raizen S. Text blueprints: a description of the TIMSS achievement test content design. TIMSS document No.:ICC797/NRC357. Vancouver, B.C.: TIMSS ICC, 1993.
17. Robitaille D. (Ed) National context for mathematics and science education: An encyclopedia of the

- educational systems participating in TIMSS. Pacific Educational Press. Vancouver, BC, 1996.
18. TIMSS 1999 International Mathematics Report. /I. V. S. Mullis and ale. IEA, Boston College ISC, 2000.
 19. TIMSS 1999 International Science Report. / I. V. S. Mullis and ale. IEA, Boston College ISC, 2000.
 20. TIMSS 2003 International Mathematics Report / Edited by: I. V. S. Mullis, M. O. Martin, E. J. Gonzalez, S. J. Chrostowsky. IEA, TIMSS&PIRLS International Study Center, Boston College, 2004.
 21. TIMSS 2003 International Science Report / Edited by: M. O. Martin, I. V. S. Mullis, E. J. Gonzalez, S. J. Chrostowsky. IEA, TIMSS&PIRLS International Study Center, Boston College, 2004.
 22. TIMSS 2003 Technical report / Edited by: M. O. Martin, I. V. S. Mullis, S. J. Chrostowsky. IEA, TIMSS&PIRLS International Study Center, Boston College, 2004.
 23. TIMSS 2007 Assessment Frameworks / by Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin, Graham J. Ruddock, Christine Y. O'Sullivan, Alka Arora, Ebru Erberber. IEA, TIMSS&PIRLS International Study Center, Boston College, 2005.
 24. TIMSS 2007 Encyclopedia: A Guide to Mathematics and Science Education Around the World (Volume 1 and 2) / Edited by: Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin, John F. Olson, Debra R. Berger, Dana Milne, Gabrielle M. Stanco. IEA, TIMSS&PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, 2008.
 25. TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's Thends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades / Edited by: Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin, Pierre Foy in collaboration with John F. Olson, Corinna Preuschoff, Ebru Erberber, Alka Arora, Joseph Galia. IEA, TIMSS&PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, 2008.
 26. TIMSS 2007 International Science Report: Findings from IEA's Thends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades / Edited by: Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin, Pierre Foy in collaboration with John F. Olson, Corinna Preuschoff, Ebru Erberber, Joseph Galia. IEA, TIMSS&PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, 2008.
 27. TIMSS 2007 Technical report / Edited by: John F. Olson, Michael O. Martin, Ina V.S. Mullis, with contributions from Alka Arora, Juliane Barth, Ebru Erberber, Pierre Foy, Joseph Galia, Ieva Johansone, Marc Joncas, Issac Li, Barbara Malak, Oliver Neuschmidt, Christine O'Sullivan, Corinna Preuschoff, Graham Ruddock. IEA, TIMSS&PIRLS International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, 2008.
 28. TIMSS Assessment Frameworks and Specifications 2003. 2nd Edition. IEA, Boston College ISC, 2003.
 29. TIMSS Monograph No.1. Curriculum Frameworks for Mathematics and Science. General editor, David F. Robitaille. Pacific Educational Press, Vancouver, Canada, 1993.
 30. TIMSS Monograph No.2. Research Questions and Study Design. General editor, David F. Robitaille. Pacific Educational Press, Vancouver, Canada, 1996.
 31. TIMSS Monograph No.4. Assessing Mathematics and Science Literacy. General editor, David F. Robitaille. Pacific Educational Press, Vancouver, Canada, 1998.