



Особенности выполнения российскими восьмиклассниками заданий по естествознанию международного исследования TIMSS¹

**Камзеева Елена
Евгеньевна**

кандидат физико-математических наук, начальник экспертно-аналитического отдела ГАОУ ДПО «Московский центр качества образования», заместитель руководителя Федеральной комиссии разработчиков КИМ для ГИА по физике, kamzeeva@mcko.ru

Ключевые слова: международное исследование TIMSS, естествознание, тематические разделы содержания, когнитивные области, результаты российских учащихся, сравнение содержания TIMSS и ОГЭ.

Целями исследования TIMSS являются сравнительная оценка общеобразовательной подготовки учащихся средней школы по математике и естествознанию в странах с различными системами образования, выявление особенностей образовательных систем, определяющих различные уровни достижения учащихся. В настоящей статье описываются особенности данного исследования в его естественнонаучной части.

В естественнонаучную часть теста TIMSS для учащихся 8-го класса входят задания из всех традиционных предметов естественнонаучного цикла, которые изучаются в основной школе: биологии, физики, химии, физической географии. В табл. 1 представлено процентное соотношение каждой из содержательных областей исследования естественнонаучной подготовки TIMSS-2015 для восьмиклассников.

Таблица 1

Содержательные области в 8-м классе	Проценты
Биология	35%
Химия	20%
Физика	25%
География	20%

¹ Статья базируется на материалах, предоставленных Центром оценки качества образования ФГБНУ «ИСРО РАО», который является национальным координатором международного исследования TIMSS в России.

Задания исследования базируются на темах из основных разделов этих предметов, которые были признаны большинством специалистов стран-участниц исследования важными для включения в международный тест и значимыми для сравнения образовательных систем разных стран. Ниже приведён краткий перечень тем по всем 4 предметам.

Биология:

- Характеристики и жизненные процессы организмов
- Клетки и их функции
- Жизненные циклы, размножение и наследственность
- Разнообразие, приспособление и естественный отбор
- Экосистемы
- Здоровье человека

Химия:

- Химический состав вещества
- Свойства веществ
- Химические реакции

Физика:

- Физические состояния и изменения в веществе
- Преобразование и передача энергии
- Свет и звук
- Электромагнитные явления
- Движение и силы

География (и основы астрономических знаний):

- Структура и физические свойства Земли
- Процессы, циклы и история Земли
- Ресурсы Земли, их использование и охрана окружающей среды

В исследовании TIMSS по видам учебно-познавательной деятельности выделены три когнитивные области:

– *знание* — определять или констатировать факты и понятия; распознавать и использовать научную терминологию, единицы измерения и шкалы; описывать связи между организмами, материалами, процессами и явлениями; приводить или указывать примеры организмов, материалов и процессов, которые обладают определёнными заданными характеристиками;

– *применение* — определять или описывать сходства и различия между группами организмов, материалов или процессов; использо-

вать научные знания для интерпретации текстовой или графической информации; приводить объяснение для экспериментов или природных явлений с опорой на научные понятия или законы;

– *рассуждение* — отвечать на вопросы и решать проблемы, которые требуют рассмотрения целого ряда различных факторов или связанных с ними понятий; устанавливать причинно-следственных связи; оценивать альтернативные объяснения; планировать исследования; делать выводы на основе наблюдений и экспериментов.

В 2015 году на проверку фактических знаний и их применение предлагалось по 35% от общего числа заданий по каждому из предметов естественнонаучного цикла, на применение — 40% заданий, а на рассуждение — 25% заданий.

По результатам выполнения теста выделяют 4 уровня естественнонаучной подготовки восьмиклассников: низкий, средний, высокий и высший (или продвинутый).

Результаты TIMSS-2015 в области естествознания, 8-й класс

Результаты по естествознанию учащихся 8-х классов России значительно превышают результаты учащихся большинства стран-участниц международного исследования. Средний результат российских восьмиклассников составляет 544 балла по международной шкале. Превзошли результаты российских школьников учащиеся из Сингапура, Японии, Тайваня и Республики Корея. Нет значимого различия результатов россиян с результатами учащихся еще 4 стран (Словении, Гонконга, Англии и Казахстана).

На рис. 1 показана динамика результатов по естествознанию наших восьмиклассников за все циклы участия в TIMSS.

На диаграмме (рис. 2) представлено распределение российских восьмиклассников по уровням естественнонаучной подготовки по итогам TIMSS-2015. Почти половина российских школьников (49%) достигли высшего или высокого уровня подготовки в 2015 году, при этом 4% восьмиклассников не достигли даже низкого уровня подготовки по естествознанию.

Среди результатов исследования особый интерес представляет описание достижений учащихся с различным уровнем естественно-



Рис. 1. Динамика результатов российских участников исследования TIMSS

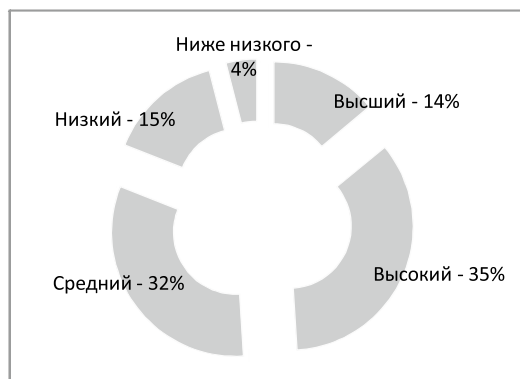


Рис. 2. Распределение российских участников исследования по уровням подготовки

научной подготовки. Ниже приведены описания 4 уровней подготовки с примерами наиболее типичных заданий, которые успешно выполняет данная группа учащихся.

1. Низкий уровень, 400 баллов по международной шкале²

Учащиеся демонстрируют некоторые базовые знания и умения по биологии, химии, физике и географии: знание экосистем и адаптации животных к окружающей среде; знание основных понятий, связанных с тепло- и электропроводностью и электромагнетизмом; интерпретация простых графических диаграмм и применение базовых знаний в практических ситуациях.

Пример 1

Какой из материалов является лучшим проводником тепла и электричества:

- А) дерево
- Б) пластик
- В) медь
- Д) стекло

Процент выполнения по России — 84, средний результат по странам — 80,5%.

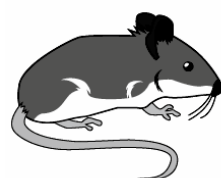
2. Средний уровень, 475 баллов

Учащиеся этой группы умеют применять свои знания по биологии, химии, физике и географии в различных контекстах. Демонстрируют знание некоторых особенностей и процессов жизнедеятельности животных и здоровья человека; применяют знание экосистемы,

взаимодействия живых организмов и адаптации животных. Учащиеся этой группы демонстрируют знания о свойствах материи, силах и видах энергии, интерпретируют информацию из таблиц, графиков, диаграмм, применяют знания в практических ситуациях, а также частично умеют обосновывать ответ.

Пример 2

Оленьи мыши живут во многих странах мира. Те мыши, которые живут в лесах, имеют тёмно-коричневую шерсть. А те мыши, которые живут на песчаных берегах водоёмов, имеют светло-коричневую шерсть.



мышь, живущая в лесу



мышь, живущая на песчаном берегу

Почему для мышей, живущих на песчаных берегах водоёмов, является преимуществом иметь светло-коричневую шерсть?

Процент выполнения по России — 79, средний результат по странам — 51%.

3. Высокий уровень, 550 баллов

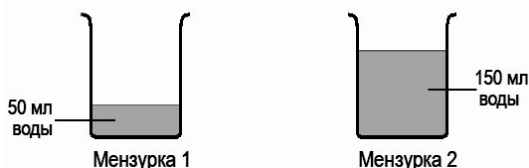
Учащиеся этой группы применяют свои знания по биологии, химии, физике и наукам о Земле в различных учебных и внеучебных контекстах, интегрируют понятия из биологии, химии, физике, географии для описа-

² Уровень подготовки характеризуется в 1000-балльной шкале.

ния жизненных ситуаций. Восьмиклассники применяют знания клеток и их функций, характеристик и жизненных процессов организмов, описывают взаимодействие организмов с окружающей средой и демонстрируют некоторые знания о здоровье человека, связанные с питанием и инфекционными заболеваниями. Школьники успешно выполняют задания на знание свойств вещества и понимание химических изменений. Они применяют базовые знания о движении тел и превращениях энергии в практических ситуациях, демонстрируют понимание простых электрических схем и свойств магнитов. Выявляют некоторое понимание использования и сохранения земных ресурсов, а также некоторые знания о взаимодействии между Землёй и Луной. Учащиеся демонстрируют некоторые методологические умения, например умение выбирать экспериментальный метод для проведения исследования.

Пример 3

Коля положил по 20 г сахара в каждую из двух мензурок. Первая мензурка содержала 50 мл воды, а вторая – 150 мл, как показано на рисунке, приведённом ниже.



Какой из растворов является более разбавленным?

Отметьте одну клетку.

- Раствор в Мензурке 1
- Раствор в Мензурке 2

Объясните свой ответ.

Процент выполнения по России — 65, средний результат по странам — 48%.

4. Высший (продвинутый) уровень, 625 баллов

Учащиеся этой группы демонстрируют знание большинства контролируемых понятий, относящихся к биологии, химии, физи-

ке и географии, и умений применять их в жизненном контексте. Школьники применяют знания клетки, жизненных процессов организмов. Они демонстрируют понимание разнообразия, адаптации и естественного отбора среди организмов, экосистем и взаимодействия организмов с окружающей их средой. Применяют знания жизненных циклов и наследственности у растений и животных. Учащиеся демонстрируют знание состава и физических свойств вещества, применение знания химических и физических процессов в практических и экспериментальных контекстах. Школьники успешно применяют знания о превращениях энергии, знания об электричестве и магнетизме, силе и давлении, звуке и свете в практических ситуациях; успешно описывают структуру Земли, её ресурсы, а также положение Земли в Солнечной системе. Учащиеся показывают понимание основных аспектов научного исследования, умение сопоставлять информацию из нескольких источников, комбинировать информацию для прогнозирования и интерпретировать её.

Пример 4

Два металлических кубика, имеющих разную температуру, поместили один на другой.

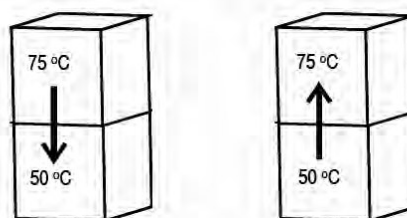


Рисунок 1

Рисунок 2

На каком из рисунков правильно указано направление передачи тепла?

Отметьте одну клетку.

- на Рисунке 1
- на Рисунке 2

Объясните свой ответ.

Процент выполнения по России — 45, средний результат по странам — 22%.

Анализ выполнения заданий из разных когнитивных областей показывает, что наиболее высокие результаты российские школь-



Рис. 3. Результаты выполнения групп заданий по видам умений

ники демонстрируют для заданий на воспроизведение полученных знаний — 558 баллов, что значительно больше среднего результата (544 балла) выполнения заданий для области естествознания (рис. 3).

Ступеньки вниз из области «знание» в область «применение» характерны для российских школ при проведении различного уровня диагностик и мониторингов, что свидетельствует о том, что знание-ориентированный подход к формированию содержания образования остаётся приоритетным, несмотря на требования ФГОС общего образования.

Между тем для ряда мировых образовательных систем ситуация выглядит иначе: например, в 2 странах, занявших первые две строки итоговой таблицы результатов, Сингапуре и Японии, самые высокие баллы школьники получили, выполняя задания не на воспроизведение знаний, а на применение знаний в изменённых ситуациях.

Сравнение содержания заданий TIMSS с контрольными измерительными материалами ОГЭ на примере физики

Попробуем на примере учебного предмета «Физика» сравнить подходы к оценке образовательных достижений школьников при разработке контрольных измерительных материалов для основного государственного экзамена (КИМ ОГЭ) и международных исследований TIMSS. При этом учитываем определённые априори заложенные различия:

- КИМ ОГЭ по физике являются материалами для экзаменов по выбору учащихся, тогда как для международного исследования фор-

мируется случайная выборка учащихся. Поэтому уровень сложности заданий для TIMSS должен быть ниже.

- Поскольку экзаменационные материалы рассчитаны на конец обучения в 9-м классе, а исследование TIMSS проводится в 8-м классе, то сравнение можно провести по ограниченному спектру элементов содержания.

Однако можно соотнести группы заданий, проверяющие различные виды деятельности, и типы заданий, которые используются в этих материалах. Такое сравнение покажет приоритеты в формировании различных видов деятельности в соответствии с отечественными и международными стандартами.

КИМ ОГЭ по физике разрабатываются исходя из необходимости проверки следующих видов деятельности:

1. Владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики.
 - 1.1. Знание и понимание смысла понятий.
 - 1.2. Знание и понимание смысла физических величин.
 - 1.3. Знание и понимание смысла физических законов.
 - 1.4. Умение описывать и объяснять физические явления.
2. Владение основами знаний о методах научного познания и экспериментальными умениями.
3. Решение задач различного типа и уровня сложности.
4. Понимание текстов физического содержания.

При этом в разделе «Владение основным понятийным аппаратом» встречаются задания на фактические знания и применение

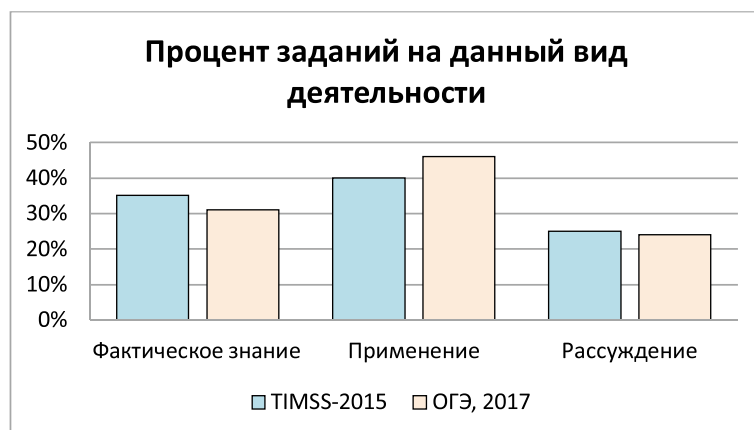


Рис. 4. Сравнение КИМ ОГЭ по физике и тестов исследования TIMSS по группам заданий разных видов деятельности

знаний. То же самое можно сказать и о распределении заданий по работе с текстом физического содержания. Среди заданий, проверяющих на ОГЭ по физике методологические умения, есть простые задания на знание основных приёмов измерений и опытов, задания на формулировку выводов и интерпретацию результатов, которые можно отнести к применению, а экспериментальное задание и задание на анализ хода опыта — к третьей группе на рассуждения. Одни из расчётных задач можно отнести к применению, другие (качественные задачи и расчётные задачи на применение формул и законов из двух и более тем) — к группе заданий на рассуждение.

Если, исходя из изложенных выше позиций, проанализировать демонстрационный вариант 2017 года, то к первой группе можно отнести 8 заданий, ко второй группе — 12 заданий и к третьей группе — 6 заданий.

Таким образом, получаем, что распределение заданий по когнитивным областям в отечественных исследованиях в значительной степени соответствует международным требованиям (рис. 4). Небольшое уменьшение доли заданий на знание и увеличение доли заданий на применение соответствует целям экзамена: итоговая аттестация обучающихся за курс основной школы (по выбору) и отбор в профильные классы.

Следует отметить, что в наших экзаменационных материалах достаточно много расчётных задач и заданий, требующих для их выполнения знания и применения различных формул (в общей сложности это может быть около трети заданий). В исследовании TIMSS таких заданий минимальное количе-

ство, а приоритет отдаётся заданиям на понимание явлений и процессов, применение знаний в практическом контексте, самостоятельное планирование опытов, объяснение хода опытов и т.п. Эти различия хорошо проявляются в результатах выполнения отдельных заданий международного исследования.

Так, наши восьмиклассники показывают очень высокие результаты (в сравнении со средними международными результатами) при выполнении заданий на применение формул. К примеру, в задании на применение закона Ома для участка цепи результаты российских восьмиклассников практически в 3,5 раза превышают средние результаты по странам. И это неудивительно, так как в школьном курсе физики основной школы и в КИМ ОГЭ рассматриваются гораздо более сложные электрические схемы, а формула закона Ома применяется практически в каждом варианте экзаменационной работы.

Наши школьники более успешны по сравнению с большинством своих сверстников из других стран и при выполнении заданий на рассуждение, если контекст заданий построен на знакомой учебной ситуации. Затруднения они испытывают в заданиях на применение и рассуждение, когда требуется перенос знаний в жизненные ситуации. Примером может служить задание по теме «Свойства света»: прохождение света через различные среды; отражение, преломление, поглощение и дисперсия света; понимание связи видимого цвета объектов с отражённым или поглощённым светом. Это одно из немногих заданий, по которым результаты российских школьников оказались ниже средних между-

народных результатов. В КИМ ОГЭ по физике включены гораздо более сложные задания на построение хода светового луча через стеклянные треугольные призмы, на получение изображений в плоском зеркале или тонкой линзе и т.п., с которыми успешно справляются выпускники основной школы. При этом, согласно результатам международных исследований, у российских школьников существуют проблемы в понимании того, как формируется изображение предметов при их освещении световым пучком.

Процент выполнения заданий с открытым ответом, представляющих собой качественные задачи, по результатам ОГЭ традиционно составляет порядка 30–50. Эти результаты полностью коррелируют с результатами аналогичных заданий TIMSS. В учебном процессе при обучении физике необходимо как можно чаще включать качественные задачи, в том числе в форме письменного опроса.

Большое внимание в международном исследовании качества естественнонаучного образования уделяется оценке сформированности методологических и экспериментальных умений: умений приводить объяснение для экспериментов, делать выводы по результатам наблюдений и исследований, планировать исследование. В КИМ ОГЭ по физике для проверки методологических знаний и экспериментальных умений включены задание с выбором одного верного ответа, задание на множественный выбор, а также задание с развёрнутым ответом, выполняемое на реальном экспериментальном оборудовании. Разработанные для выпускников основной школы теоретические задания проверяют следующие методологические умения:

- формулировать (различать) цели проведения (гипотезу, выводы) описанного опыта или наблюдения;
- конструировать экспериментальную установку, выбирать порядок проведения опыта в соответствии с предложенной гипотезой;
- использовать физические приборы и измерительные инструменты для прямых измерений физических величин;

- проводить анализ результатов экспериментальных исследований, в том числе выраженных в виде таблицы или графика.

Задания на реальном экспериментальном оборудовании проверяют комплексные умения:

- проводить косвенные измерения физических величин;
- представлять экспериментальные результаты в виде таблиц, графиков или схематических рисунков и делать выводы на основании полученных экспериментальных данных;
- проводить экспериментальную проверку физических законов и следствий.

Из приведённого сравнения и примеров заданий видно, что в целом отечественные КИМы движутся в русле общемировых тенденций в оценке естественнонаучной подготовки обучающихся. Но здесь нужны и определённые изменения. Так, с учётом международных подходов к построению заданий на оценку экспериментальных умений в КИМ ОГЭ по физике необходимо расширить спектр заданий на планирование самостоятельного эксперимента.

В связи с переходом международного исследования TIMSS на компьютерный формат тестирования (e-TIMSS в 2019 году) в перспективе планируется введение нового формата заданий, представленных в компьютерной форме. Но самое привлекательное в компьютерном формате тестирования связано с новой возможной перспективой проверки сформированности экспериментальных умений, с разработкой анимационных моделей для проведения виртуального эксперимента. Очевидно, и отечественные измерители в естественнонаучной области, включая КИМы ОГЭ, материалы всероссийских проверочных работ и региональные мониторинги естественнонаучной подготовки, целесообразно уже сейчас ориентировать на использование компьютерного формата, что даёт столь существенные преимущества в расширении оцениваемых способов деятельности.