

ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ PISA-2006*

Галина Сергеевна Ковалёва, руководитель Отдела оценки качества общего среднего образования Института содержания и методов обучения РАО, кандидат педагогических наук

Изучение естественно-научной грамотности 15-летних учащихся в рамках исследования PISA-2006 уникально по ряду причин. Впервые в рамках крупномасштабного мониторингового исследования качества общего образования комплексно оценивались естественно-научные компетенции, интересы и отношения учащихся к естествознанию, условия обучения естественно-научным предметам в образовательных учреждениях. Впервые были выделены две содержательные составляющие: естественно-научные знания — знания о реальном мире и методологические знания — знания о науке (как проводятся научные исследования). В содержание оценки была дополнительно включена область, отражающая связь естествознания и технологии.

В отличие от многих исследований образовательных достижений учащихся в области естествознания, в которых объектом оценки является освоение естественно-научного содержания, в исследовании PISA оценивается способность учащихся выявлять вопросы, на которые может ответить наука, научно объяснять различные явления, использовать научные доказательства при решении проблем или принятии решений в различных жизненных ситуациях, связанных с естествознанием и технологией.

По сравнению с предыдущими циклами исследования PISA в заданиях 2006 года, оценивающих естественно-научную грамотность, значительно сокращён объём текстов. Это позволило провести более чёткое разграничение между оценкой умений читать и понимать тексты и естественно-научной грамотностью.

В 2006 г. впервые была сформирована полноценная шкала для оценки естественно-научной грамотности, позволяющая проводить сравнения в рамках последующих мониторинговых исследований. Это необходимо учитывать при сравнении результатов 2006 года по естествознанию с результатами предыдущих циклов: на основе этих сравнений нельзя делать достоверные выводы.

Общие подходы к оценке естественно-научной грамотности

Подходы, используемые в исследовании PISA, отражают современные тенденции ориентации на формирование компетентностей в связи с изменениями требований рынка труда к квалификации работников.

Под естественно-научной грамотностью в исследовании PISA-2006 понимается способность:

- осваивать и использовать естественно-научные знания для распознавания и постановки вопросов, для освоения новых знаний, для объяснения естественно-научных явлений и формулирования выводов в связи с естественно-научной проблематикой, основанных на научных доказательствах;
- понимать основные особенности естествознания как формы человеческого познания;
- демонстрировать осведомлённость в том, что естественные науки и технология влияют на материальную, интеллектуальную и культурную сферы общества;
- проявлять активную гражданскую позицию при рассмотрении проблем, связанных с естествознанием.

* См. также ШТ. 2008. № 3

Естественно-научная грамотность предполагает в равной мере понимание естественно-научных понятий, применение естественно-научных знаний и методов, а также размышления на основе научных доказательств.

Выявление уровня овладения учащимися естественно-научной грамотностью даёт информацию о том, каково отношение подрастающего поколения к естественным наукам, которые являются двигателем социального прогресса.

Представленное комплексное определение предполагает, что естественно-научная грамотность может быть охарактеризована следующими четырьмя составляющими, которые связаны между собой:

- (1) узнавание жизненных ситуаций, апеллирующих к науке и технологии. Эти ситуации создают оценочный контекст;
- (2) понимание материального мира (включая технологию) на основе научных знаний, что предполагает как владение знаниями об окружающем мире и его законах, так и знаниями о собственно естественных науках. Этот компонент представляет собой знаниевый компонент исследования;

- (3) обладание компетенциями, которые включают умения поставить научные вопросы, обратиться к имеющимся научным знаниям и использовать их, сделать выводы на основе доказанных фактов. Этот компонент представляет компетентностный компонент исследования;

- (4) интерес к естественно-научному знанию, включение естественно-научной любознательности в собственную систему ценностей, сложившаяся мотивация действовать ответственно по отношению, например, к природным ресурсам и окружающей среде. Этот компонент представляет аффективное измерение в оценке.

Таким образом, при разработке заданий для оценки естественно-научной грамотности рассматриваются четыре взаимосвязанных аспекта измерений:

- ситуации и контекст, в котором представлены задачи;
- компетенции, необходимые для их решения;
- знания, необходимые для решения задачи;
- отношения учащихся.



Рис. 1. Соотношение между составляющими естественно-научной грамотности

ЭКСПЕРТИЗА, ИЗМЕРЕНИЯ, ДИАГНОСТИКА

Рассмотрим кратко содержание каждой составляющей.

Контекст

Для реализации основной цели исследования — оценить, готовы ли 15-летние учащиеся к жизни, в заданиях использовались разнообразные реальные ситуации, связанные с естественно-научными или техническими проблемами. Эти проблемы можно объединить в группы: «Здоровье», «Природные ресурсы», «Окружающая среда», «Источники опасности, риски» и «Связь естествознания и технологии».

Каждая из предложенных ситуаций рассматривалась в одном из трёх контекстов: личном (связанном с самим учеником, его семьёй, друзьями), социальном (связанном с местным окружением) или глобальном (в котором рассматриваются явления в различных уголках мира).

В тесте использовались ситуации, отвечающие требованиям:

- соответствие интересам 15-летних учащихся;
- связь с естественно-научными или техническими проблемами, с которыми могут встретиться в жизни взрослые.

Таблица 1
Ситуации и контекст в естественно-научной части заданий исследования PISA-2006

	Личный (сам учащийся, его семья, друзья)	Социальный (местное окружение)	Глобальный (жизнь в различных уголках мира)
«Здоровье»	Сохранение здоровья, предохранение от травм, правильное питание	Контроль над заболеваемостью, социальные передачи, выбор пищи, общественное здоровье	Эпидемии, распространение инфекционных заболеваний
«Природные ресурсы»	Индивидуальное потребление веществ и энергии	Сохранность человеческих популяций, качество жизни, безопасность, производство и распределение пищи	Возобновимые и невозобновимые ресурсы, природные системы, рост населения, охрана и поддержка исчезающих видов
«Окружающая среда»	Дружественное поведение, использование различных материалов и веществ	Распределение населения, планирование затрат, воздействие на окружающую среду, погода	Биологическое разнообразие, способность оказать поддержку, контроль за загрязнением, воспроизводство и использование почвы
«Источники опасности, риски»	Естественные и вызванные человеком, выбор места жительства	Резкие изменения (землетрясения, суровый климат, медленные и нарастающие изменения (эрозия побережья, отложения), оценки рисков	Климатические изменения, влияние современных столкновений и войн
«Связь естествознания и технологии»	Интерес к научному объяснению природных явлений, научно-ориентированное хобби, спорт и отдых, музыка и технологии	Новые вещества и материалы, приборы и процессы, генетические модификации, транспорт	Вымирание видов, исследование космического пространства, происхождение Вселенной и её структура

Компетенции

При выполнении заданий теста PISA-2006 от учащихся требовалось выявить или сформулировать вопросы, на которые может ответить наука, дать научное объяснение явлений, использовать научные факты, данные или доказательства для принятия решений и информирования о них. Эти три группы компетенций были отобраны в связи с их большим значением для практики естественно-научного познания, а также в связи с тем, что они являются ключевыми для формирования познавательных способностей, включающих индукцию и дедукцию, системное и критическое мышление, принятие решений, трансформацию информации, аргументацию и объяснения, моделирование.

Таблица 2
Естественно-научные компетенции
в естественно-научной части заданий
исследования PISA-2006

	Описание компетенции
1	Распознавание и постановка научных вопросов — выявление проблем, которые могут быть научно исследованы; — определение ключевых слов, необходимых для поиска научной информации; — выявление основных особенностей (характеристик) естественно-научных исследований
2	Научное объяснение явлений — применение естественно-научных знаний в данной ситуации; — научно обоснованные описания или интерпретация явлений, прогнозирование изменений — распознавание научно обоснованных описаний, объяснений и прогноза
3	Использование научных доказательств — интерпретация научных фактов, данных и формулирование выводов; — выявление предположений, фактов, данных или доказательств, лежащих в основе выводов; — оценка последствий применения достижений науки и технологии в обществе

Важность овладения перечисленными выше компетенциями можно проиллюстрировать на следующих примерах. Рассмотрим проблему, принятие решений по которой требует рассмотрения различных её сто-

рон, например, проблему глобального изменения климата. Обсуждение этой проблемы всегда включает научные, экономические и социальные аспекты. Учёные часто говорят о влиянии выбросов углекислого газа в атмосферу на климат планеты. Однако научные прогнозы приходят в противоречие с социальными или экономическими мотивами деятельности людей. В связи с этим для того, чтобы обоснованно принимать решения по данной проблеме, очень важно уметь различать научные и социальные аргументы.

Другим примером может быть рассмотрение проблемы, имеющей противоречивые основания. В случаях, если кто-то встречается с противоречивой проблемой или информацией в связи с каким-нибудь явлением или событием, необходимо получить научно обоснованные данные об этом явлении и понять результаты научных исследований в связи с рассматриваемой проблемой. Для этого необходимы умения, связанные с нахождением и использованием научных знаний для объяснения рассматриваемых явлений.

И конечно, ученики должны уметь использовать научные знания для обоснования своих выводов в связи с рассматриваемыми естественно-научными проблемами в личной, общественной и глобальной перспективе.

Знания

При разработке заданий для оценки естественно-научной грамотности были выделены две содержательные составляющие: естественно-научные знания — знания о реальном мире и методологические знания — знания о науке как о проводимых человеком исследованиях.

Для включения в тест из различных разделов естествознания (физики, химии, биологии, географии и астрономии) отбирался материал, который был востребован в повседневной жизни, включал основные естественно-научные понятия, имел большое практическое значение и соответствовал возрастным особенностям 15-летних учащихся.

Международные эксперты наиболее адекватными для 15-летних учащихся считают следующие **разделы и темы** (предметные области):

ЭКСПЕРТИЗА, ИЗМЕРЕНИЯ, ДИАГНОСТИКА

Физические системы

- строение вещества (например, модель атома);
- свойства вещества (например, изменение состояния вещества, термо— и электропроводность);
- химические изменения вещества (например, химические реакции, передача энергии, кислоты/основания);
- движение и силы (например, скорость, трение);
- энергия и её превращения (например, сохранение энергии, рассеивание энергии);
- взаимодействие вещества и энергии (например, свет и радиоволны, звук и сейсмические волны).

Система живых организмов

- клетка (например, структура и функции, ДНК, клетки растений и животных);
- человек (например, здоровье, питание, болезни, размножение, системы органов — пищеварительная, дыхательная, кровообращение, выделительная — и их взаимосвязь);
- популяции (например, представители, эволюция, биологическое разнообразие, генетические вариации);
- (например, цепи питания, потоки веществ и энергии);
- биосфера (например, поддержка экосистем, устойчивое развитие).

Земля и космические системы

- оболочки Земли (например, литосфера, атмосфера, гидросфера);
- энергия в системах Земли (например, источники энергии, глобальный климат);
- изменения в системах Земли (например, тектоника плит, геохимические циклы, созидательные и разрушительные силы);
- история Земли (например, ископаемые, происхождение и эволюция);
- Земля во Вселенной (например, тяготение, солнечная система).

Технологические системы

- роль наукоёмких технологий (например, решение технологических проблем, оказание людям помощи в удовлетворении сво-

их потребностей, планирование и проведение исследований);

- связь науки и технологии (например, технологическое обеспечение развития науки);
- понятия (например, оптимизация, компромисс, стоимость, риски, прибыль);
- важные принципы (например, критерии, ограничения, стоимость, инновации, изобретения, решение проблем).

В области методологических знаний о естественных науках наиболее адекватными для оценки естественно-научной грамотности 15-летних учащихся признаны следующие вопросы:

Естественно-научные исследования

- появление научных исследований (например, вследствие любопытства, возникновение научных проблем);
- цели (например, получить данные, необходимые для ответа на поставленную проблему, выдвижение рабочей идеи/модели/теории);
- наблюдения и эксперименты (например, исследования различных проблем предполагают организацию разных научных исследований);
- данные (например, количественные — измерения, качественные — наблюдения);
- измерения (например, неотъемлемая неопределённость, возможность воспроизведения, вариации, точность при работе с оборудованием, точность в процедурах измерения);
- результаты исследований (например, эмпирические, предварительные, легко проверяемые, фальсифицируемые, самокорректирующиеся).

Естественно-научные объяснения

- типы (например, гипотеза, закономерность/закон, теория, модель);
- формирование объяснений (например, существующее знание и новые данные, творчество и воображение, логика);
- правила (например, логическая непротиворечивость, обоснованность, основанность на исторических и современных знаниях);
- результаты (например, новые знания, новые методы, новые технологии, новые исследования).

Отношения

Одна из задач естественно-научного образования — формирование интереса учащихся к науке, их отношений к проблемам, связанным с научными исследованиями и их ролью в обществе. Сформированная в школе система отношений становится основой для выбора дальнейшего профессионального пути, приобретения необходимых в жизни знаний.

Для оценки отношений к естествознанию были разработаны специальные вопросы, оценивающие понимание значения научного познания, самооценку успешности в естествознании, интерес к науке, ответственности по отношению к ресурсам и окружающей среде. Ниже представлено основное содержание этих групп вопросов.

Значение научного познания

- понимание важности рассмотрения альтернативных перспектив, идей и аргументов;
- поддержка использования фактологической информации и рационального объяснения при анализе и оценке;
- демонстрация необходимости проявления логики и тщательности при построении заключений.

Самооценка успешности в естествознании

- эффективное выполнение заданий по естествознанию;
- преодоление трудностей при решении естественно-научных проблем;
- проявление способностей к естествознанию.

Интерес к науке

- проявление любознательности по отношению к научным сюжетам и достижениям;
- проявление желания получить дополнительные научные знания и умения и использовать разнообразные ресурсы и методы;
- проявление стремления к поиску информации и устойчивого интереса к науке, включая соображения о будущей профессиональной деятельности, связанной с естествознанием;

- проявление чувства личной ответственности за сохранность окружающей среды;
- понимание последствий воздействия отдельного человека на окружающую среду;
- стремление принять участие в поддержании сохранности окружающей среды.

Характеристика заданий для оценки естественно-научной грамотности

Естественно-научная часть тестов PISA-2006 включала 108 вопросов-заданий, составивших 37 групп заданий по определённой тематике (для сравнения: в 2003 году — 35 отдельных заданий).

Задания для оценки естественно-научной грамотности, так же как и грамотности чтения и математической грамотности, включали группу вопросов, связанных с текстом, в котором описывалась некоторая ситуация в соответствии с перечисленными выше областями в историческом или современном контексте. Каждый вопрос-задание проверял в основном овладение отдельным знанием или умением, а группа вопросов — некоторой их совокупностью¹. В каждую группу заданий были включены вопросы, направленные на проверку знания и понимания научного содержания, а также вопросы, требующие проявления естественно-научных компетенций. Контекст всего задания предполагал оценку овладения знаниями по нескольким предметным областям (например, физики и географии), оценку сформированности методологических знаний и естественно-научных компетенций.

Около 40% заданий естественно-научной части международного теста составили задания со свободным ответом (с закрытым и открытым конструируемым ответом), при выполнении которых учащиеся должны записать свой ответ самостоятельно, не выбирая ответ из предложенных. По сравнению с предыдущими международными исследованиями в области естествознания доля заданий со свободным ответом значительно увеличилась, а доля заданий с выбором ответа уменьшилась, что отражает современную тенденцию в оценке учебных достижений.

Новым типом заданий, представляющим интерес для российских специалистов,

¹ При дальнейшем анализе под отдельным заданием будем понимать один вопрос-задание, а не их группу.

Ответственность по отношению к ресурсам и окружающей среде

ЭКСПЕРТИЗА, ИЗМЕРЕНИЯ, ДИАГНОСТИКА

является комплексное задание с выбором ответа. Задания этого типа включают от двух до пяти позиций с выбором ответа «Да/Нет», обычно ответ на такое задание принимается полностью (оценивается одним баллом) при условии, что все ответы по позициям правильные. Эти задания оценивают, как правило, глубину или прочность сформированности того или иного умения. Комплексные задания составили пятую часть естественно-научной составляющей теста. Примером такого задания является вопрос 1 из группы «Одежда». В задании оценивается умение выявлять свойства материала, которые могут быть изучены с помощью научного эксперимента в лаборатории. Учащимся предложены четыре свойства материала, анализируя которые, они должны обвести ответ «Да» или «Нет» для каждого из них в зависимости от того, можно ли качество материала проверить с помощью научного эксперимента в лаборатории.

Для оценки отношений учащихся к естествознанию в группы заданий по естествознанию были включены 32 группы вопросов, построенные либо по типу «какая позиция тебе наиболее близка» (примерно 2-3 вопроса такого рода), либо по типу «выскажи своё мнение» в связи с рассматриваемыми естественно-научными проблемами.

Шкалы для оценки естественно-научной грамотности

Шкала естественно-научной грамотности 2006 года формировалась на основе тех же подходов, что и шкала грамотности чтения 2000 года и шкала математической грамотности 2003 года.

За выполнение теста каждому учащемуся приписывался балл по международной 1000-балльной шкале, отдельно за выполнение каждой группы заданий (по чтению, математике и естествознанию). Каждому заданию также приписывался определённый балл по той же шкале в зависимости от того, насколько успешно данное задание выполнили все тестируемые. Международная шкала имеет следующие характеристики: среднее значение равно 500 баллов, стандартное отклонение — 100: это означает, что около 2/3 всех участвовавших в исследовании стран имеют результаты в пределах от 400 до 600 баллов.

С некоторой степенью вероятности можно было считать, что балл каждого тестируемого показывает, какие задания (самые трудные) с наибольшей вероятностью может выполнить данный ученик.

Так же как по грамотности чтения и математической грамотности, на шкале естественно-научной грамотности статистически зафиксированы границы уровней достижений учащихся. Эти уровни содержательно описаны с помощью значительного числа заданий.

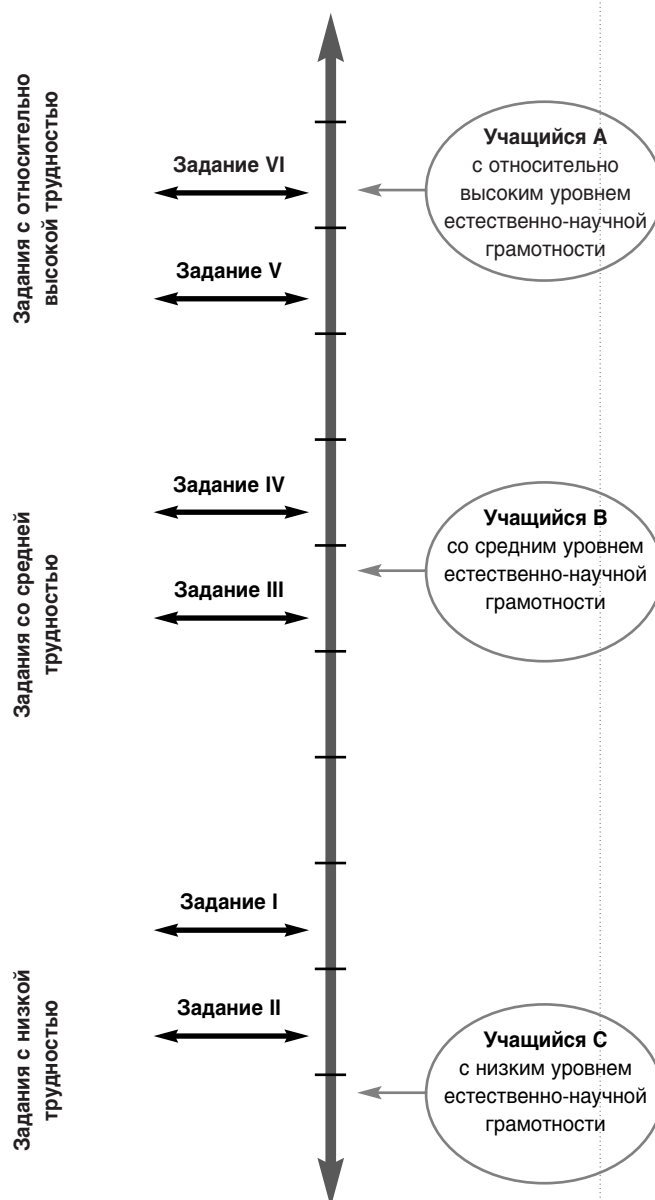


Рис. 2. Графическая интерпретация шкалы естественно-научной грамотности.

Средний балл для каждой страны показывает, какие задания (самые трудные) с наибольшей вероятностью может выполнить средний ученик данной страны.

Для представления результатов отдельных стран и сравнения уровня овладения естественно-научной грамотностью был проведён специальный анализ выполнения всех заданий естественно-научной части теста PISA-2006. На основе этого анализа были выделены шесть уровней овладения естественно-научной грамотностью.

Дополнительно к основной шкале естественно-научной грамотности формировались ещё семь шкал для отдельных составляющих: четыре шкалы для оценки освоения естественно-научных и методологических знаний и три шкалы для трёх групп компетенций. Таким образом, в исследовании PISA-2006 для оценки естественно-научной грамотности использовалось восемь шкал.

Таблица 3

Описание уровней естественно-научной грамотности в исследовании PISA-2006

Уровень	Нижняя граница уровня	% уч-ся в России и странах ОЭСР	Что могут продемонстрировать учащиеся, достигшие данного уровня естественно-научной грамотности
6	707,9	0,5% учащихся России могут выполнять задания 6 уровня трудности, 1,3% в среднем по странам ОЭСР	Учащиеся, достигшие 6-го уровня, могут: — определять, объяснять и применять естественно-научные знания и знания о науке в различных сложных жизненных ситуациях; — связывать информацию и объяснения из различных источников и использовать их для обоснования различных решений. Они явно и постоянно демонстрируют высокий уровень сформированности интеллектуальных умений (например, доказывать и обосновывать), а также — демонстрируют готовность использовать свои знания для обоснования решений, принимаемых в незнакомых научных и технических ситуациях. Они могут использовать свои знания для аргументации рекомендаций или решений, принятых в контексте личных, социально-экономических и глобальных ситуаций. Примеры заданий: <i>Кислотные дожди, № 5 (2 балла), Парниковый эффект, № 5</i>
5	633,3	4,2% учащихся России могут выполнять задания 5-го уровня трудности, 9,0% в среднем по странам ОЭСР	Учащиеся, достигшие 5-го уровня, могут: — выявлять естественно-научные аспекты во многих сложных жизненных ситуациях, применять естественно-научные знания и знания о науке в этих ситуациях; — сравнивать, отбирать и оценивать соответствующие научные обоснования и доказательства для принятия решений в жизненных ситуациях. У них хорошо сформированы исследовательские умения; — они могут устанавливать связи между отдельными знаниями и критически анализировать ситуации; — они могут выстраивать обоснованные объяснения и давать аргументацию на основе критического анализа
4	558,7	15,1% учащихся России могут выполнять задания 4-го уровня трудности, 19,3% в среднем по странам ОЭСР	Учащиеся, достигшие 4-го уровня, могут: — эффективно анализировать различные ситуации и проблемы, в которых явно проявляются отдельные явления, и от них требуется сделать вывод о роли науки или технологии. Они могут выбрать или обобщить объяснения, основанные на знании различных разделов естествознания и технологии, и связать эти объяснения напрямую с отдельными аспектами жизненных ситуаций. Учащиеся могут оценивать свои действия и сообщать о своих решениях, используя при этом естественно-научные знания и обоснования. Примеры заданий: <i>Одежда, № 1, Парниковый эффект, № 5 (1 балл)</i>

ЭКСПЕРТИЗА, ИЗМЕРЕНИЯ, ДИАГНОСТИКА

Уровень	Нижняя граница уровня	% уч-ся в России и странах ОЭСР	Что могут продемонстрировать учащиеся, достигшие данного уровня естественно-научной грамотности
3	484,1	47,6% учащихся России могут выполнять задания 3-го уровня трудности, 56,7% в среднем по странам ОЭСР	<p>Учащиеся, достигшие 3-го уровня, могут:</p> <ul style="list-style-type: none"> — выявить ясно сформулированные научные проблемы в некоторых ситуациях; — отобрать факты и знания, необходимые для объяснения явлений; — применять простые модели или исследовательские стратегии; — интерпретировать и напрямую использовать естественно-научные понятия из различных разделов естествознания; — формулировать короткие высказывания, используя факты; — принимать решения на основе естественно-научных знаний. <p>Примеры заданий: <i>Кислотные дожди, № 2, 3 (1 балл)</i></p>
2	409,5	77,8% учащихся России могут выполнять задания 2-го уровня трудности, 80,8% в среднем по странам ОЭСР	<p>Учащиеся, достигшие 2-го уровня, могут:</p> <ul style="list-style-type: none"> — давать возможные объяснения в знакомых ситуациях на основе адекватных научных знаний; — делать выводы на основе простых исследований; — устанавливать прямые связи и буквально интерпретировать результаты исследований или технологические решения. <p>В России соответствуют только 2 уровню результаты — 30,2% учащихся</p> <p style="text-align: right;">Выше 2 уровня — 47,6% Ниже 2 уровня — 22,5%</p> <p>Примеры заданий: <i>Кислотные дожди, № 3, Парниковый эффект, № 5</i></p>
1	334,9	94,8% учащихся России могут выполнять задания 1-го уровня трудности, 94,8% в среднем по странам ОЭСР	<p>Учащиеся, достигшие 1-го уровня, имеют</p> <ul style="list-style-type: none"> — ограниченные знания, которые могут применять только в знакомых ситуациях. <p>Они могут давать очевидные объяснения, которые явно следуют из имеющихся данных.</p> <p>В России соответствуют только 1 уровню результаты 17% учащихся</p> <p style="text-align: right;">Выше 1 уровня — 77,8% Ниже 1 уровня — 5,2%</p> <p>Примеры заданий: <i>Одежда, № 2</i></p>

Примеры заданий для оценки естественно-научной грамотности

Ниже приводятся в качестве примеров три группы заданий «Одежда», «Кислотные дожди» и «Парниковый эффект». Задания, представленные в этих группах, представляют все шесть уровней естественно-научной грамотности и все группы компетенций. Группа заданий «Кислотные дожди» включает вопросы, с помощью которых изучались отношения учащихся. Для каждого задания указаны его основные характеристики, трудность задания по международной шкале и процент выполнения российскими учащимися и в среднем по странам ОЭСР. Трудность задания (характеристика его выполнения) определялась сложностью проверяемых знаний и умений, формой представления задания и особенностями предложенной ситуации.

Пример 1.

ОДЕЖДА

G. Группа британских учёных разрабатывает «умную» одежду, которая поможет детям с отклонениями в развитии «заговорить». Ребёнка, одетого в жилет из уникального электротекстиля, который подсоединён к синтезатору речи, можно будет понять просто по его постукиванию по чувствительной к прикосновению ткани.

H. Материал сделан из обычной ткани, переплетённой содержащими уголь волокнами, которые могут проводить электрический ток. При надавливании на ткань сигнал, проходящий через волокна-проводники, усиливается, и компьютерный элемент может определить место прикосновения на ткани. Этот элемент может управлять любым подсоединённым к нему электронным устройством, размеры которого не превысят двух спичечных коробков.

I. «Главное заключается в том, как мы переплетаем ткань и передаём через неё сигналы: мы можем вплести специальные волокна в уже существующие рисунки тканей так, что вы этого не заметите», — говорит один из учёных.

J. Не повредив материал, его можно стирать, наматывать вокруг предметов или складывать. Учёный говорит также, что материал можно запустить в дешёвое массовое производство.

Источник: Steve Farrer, 'Interactive fabric promises a material gift of the garb', The Australian, 10 August 1998.

Вопрос 1: ОДЕЖДА

Тип вопроса: Комплексный выбор ответа

Компетенция: Распознавание (постановка) научных вопросов

Содержание: «Естественно-научные исследования» (Знания о науке)

Область применения: «Связь естествознания и технологии»

Контекст: Социальный

Трудность: 567

Процент верного выполнения: Россия — 36%, страны ОЭСР — 47,9%

К

S213Q01

707,9	6 уровень
633,3	5 уровень
558,7	4 уровень
484,1	3 уровень
409,5	2 уровень
334,9	1 уровень
	Ниже 1 уровня

L. Можно ли качества материала, о которых говорилось в тексте, проверить с помощью научного эксперимента в лаборатории?

M. Обведите «Да» или «Нет».

N. Материал можно	O. Может ли качество материала быть проверено с помощью научного эксперимента в лаборатории?
P. стирать, не повредив его	Q. Да / Нет
R. наматывать вокруг предметов, не повредив его	S. Да / Нет
T. складывать, не повредив его	U. Да / Нет
V. запустить в дешёвое массовое производство	W. Да / Нет

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Ответ принимается полностью: Да, Да, Да, Нет, в этом порядке.

ЭКСПЕРТИЗА, ИЗМЕРЕНИЯ, ДИАГНОСТИКА

Вопрос 2: ОДЕЖДА

Тип вопроса: С выбором ответа

Компетенция: Научное объяснение явлений

Содержание: «Технологические системы» (Естественно-научные знания)

Область применения: «Передний край науки и технологии»

Контекст: Личностный

Трудность: 399

Процент верного выполнения: Россия — 76,9%, страны ОЭСР — 79,4%

X

S213Q02

707,9	6 уровень
633,3	5 уровень
558,7	4 уровень
484,1	3 уровень
409,5	2 уровень
334,9	1 уровень
	Ниже 1 уровня

Y. Какой лабораторный прибор может быть использован для того, чтобы определить, проводит ли ткань электрический ток?

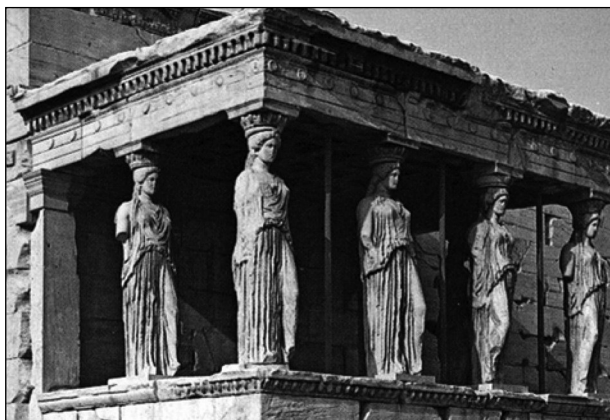
- A. Вольтметр
- B. Индикатор света
- C. Микрометр
- D. Индикатор звука

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Ответ принимается полностью: A. Вольтметр.

Пример 2.**КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ**

z. На фотографии, приведённой ниже, изображены статуи, называемые Кариатидами, которые были возведены в Акрополе в Афинах более 2500 лет назад. Статуи были изваяны из горной породы, которая называется мрамором. Мрамор состоит из карбоната кальция.



AA. В 1980 году подлинные статуи были перенесены в музей Акрополя, а их заменили копиями. Подлинные статуи были разъедены кислотными дождями.

Вопрос 2: КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

Тип вопроса: Свободно-конструируемый ответ

Компетенция: Научное объяснение явлений

Содержание: «Физические системы» (Естественно-научные знания)

Область применения: «Опасности и риски»

Контекст: Социальный

Трудность: 506

Процент верного выполнения: Россия — 39,3%,
страны ОЭСР — 57,7%

ВВ

S485Q02-019

707,9	6 уровень
633,3	5 уровень
558,7	4 уровень
484,1	3 уровень
409,5	2 уровень
334,9	1 уровень
	Ниже 1 уровня

СС Обычный дождь слегка кислотный, потому что он поглощает некоторое количество диоксида углерода из воздуха. Кислотный дождь более кислый по сравнению с обычным дождём, потому что он поглощает также такие газы, как оксид серы и оксид азота.

DD Откуда эти оксид серы и оксид азота попадают в воздух?

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Ответ принимается полностью:

Из газов, которые попадают в воздух вследствие выхлопов автомобильного транспорта, выбросов фабрик, сжигания ископаемого топлива, такого как нефть и уголь, из газов вулканов и другими подобными способами.

- Сжигание угля и газа.
- Оксиды в воздухе появляются из-за загрязнения окружающей среды от заводов и других промышленных предприятий.
- От вулканов.
- Из дыма электростанций. [«Электростанции» включены в ответ, т.к. они включают тепловые электростанции, на которых сжигается ископаемое топливо.]
- Они берутся от сгорания материалов, которые содержат серу и азот.

Ответ принимается частично:

Учащиеся дают неправильный источник загрязнения окружающей среды наряду с правильным.

- Ископаемое топливо и атомные электростанции. [Атомные электростанции не являются источником кислотных дождей.]
- Оксиды берутся из озона атмосферы и метеоритов, которые падают на Землю. А также от сгорания топлива.
- Загрязнение окружающей среды. Учащиеся указывают на загрязнение окружающей среды, но фактически не называют его источник.
- Загрязнение окружающей среды.
- Окружающая среда в целом, атмосфера, в которой мы живём, — например, загрязнение.
- Загазованность, загрязнение, пожары, сигареты. [Не ясно, что имеется в виду под «загазованностью»; ответ «пожары» — недостаточно определённый; дым сигарет не является значительной причиной кислотных дождей.]
- Загрязнение, такое как от атомных электростанций.

ЕЕ Комментарии: Для Кода 1 достаточно просто ответа «Загрязнение». Любой дополняющий пример даёт возможность оценить, можно ли за этот ответ поставить Код 2.

ЭКСПЕРТИЗА, ИЗМЕРЕНИЯ, ДИАГНОСТИКА

Вопрос 3: КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

Тип вопроса: С выбором ответа

Компетенция: Использование научных доказательств

Содержание: «Физические системы» (Естественно-научные знания)

Область применения: «Опасности и риски»

Контекст: Личностный

Трудность: 460

Процент верного выполнения: Россия — 73,1%,
страны ОЭСР — 66,7%

FF

S485Q03	
6 уровень	707,9
5 уровень	633,3
4 уровень	558,7
3 уровень	484,1
2 уровень	409,5
1 уровень	334,9
Ниже 1 уровня	

GG До погружения на ночь в уксус кусочек мрамора имел массу 2,0 г. На следующий день этот кусочек вынимают из уксуса и высушивают. Какова будет масса высушенного кусочка мрамора?

A Меньше, чем 2,0 г

B Точно 2,0 г

C Между 2,0 г и 2,4 г

D Больше, чем 2,4 г

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Ответ принимается полностью: A. Меньше, чем 2,0 г

Вопрос 5: КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ

Тип вопроса: Свободно-конструируемый ответ

Компетенция: Распознавание (постановка) научных вопросов

Содержание: «Естественно-научные исследования»
(Знания о науке)

Область применения: «Опасности и риски»

Контекст: Личностный

Трудность: Полностью верный ответ — 717;
частично верный ответ — 513

Процент полного верного выполнения: Россия — 7,4%,
страны ОЭСР — 35,6 %

НН

S485Q05-0129	
6 уровень	707,9
5 уровень	633,3
4 уровень	558,7
3 уровень	484,1
2 уровень	409,5
1 уровень	334,9
Ниже 1 уровня	

II Учащиеся, которые проводили этот эксперимент, поместили на ночь кусочки мрамора также в чистую (дистиллированную) воду.

JJ Объясните, для чего учащиеся включили этот опыт в свой эксперимент.

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Ответ принимается полностью: Показать, что кислота (уксус) является обязательным условием для протекания реакции.

- Убедиться в том, что дождевая вода должна быть кислотной подобно кислотному дождю, чтобы вызвать эту реакцию.
- Посмотреть, есть ли другие причины для образования изъязнов в кусочках мрамора.
- Потому что он показывает, что кусочки мрамора не реагируют с любой жидкостью, т.к. вода является нейтральной.

Ответ принимается частично: Сравнить с опытом между уксусом и мрамором, но из ответа не ясно, что это сделано для того, чтобы показать что кислота (уксус) является обязательным условием для протекания реакции.

- Сравнить с результатом в другой колбе.
- Посмотреть, изменятся ли кусочки мрамора в чистой воде.
- Учащиеся включили этот опыт, чтобы показать, что происходит, если нормальный дождь попадает на мрамор.
- Потому что дистиллированная вода не является кислотой.
- Для контроля.
- Посмотреть, будет ли различие между нормальной водой и водой, содержащей кислоту (уксус).

Вопрос 10N: КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ**S485Q10N**

ММ Насколько вам интересно следующее?

Отметьте только одну клетку в каждой строке.

	Очень интересно	Интересно	Мало интересно	Не интересно
a) Узнать, какой из видов деятельности человека более всего влияет на образование кислотных дождей.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
b) Узнать о технологиях, которые сводят к минимуму выделение газов, которые являются причиной кислотных дождей.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
c) Понять методы, применяемые для восстановления зданий, пострадавших от воздействия кислотных дождей.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4

NN

Вопрос 10S: КИСЛОТНЫЕ ДОЖДИ**S485Q10S**

ОО Насколько вы согласны со следующими высказываниями?

Отметьте только одну клетку в каждой строке.

	Совершенно согласен	Согласен	Не согласен	Совершенно не согласен
a) Сохранение древних развалин должно быть основано на научных данных, касающихся причин повреждений.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4
b) Любые высказывания о причинах кислотных дождей должны быть основаны на научных исследованиях.	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4

Пример 3.**ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ**

Прочитайте текст и ответьте на вопросы.

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ: ДЕЙСТВИТЕЛЬНОСТЬ ИЛИ ВЫМЫСЕЛ?

Вопрос 1: Живым организмам необходима энергия для жизни. Энергия, поддерживающая жизнь на Земле, приходит от Солнца, которое излучает энергию в космос, так как оно очень горячее. Крошечная часть этой энергии достигает Земли.

Вопрос 2: Атмосфера Земли действует как защитное одеяло, покрывающее поверхность планеты, и защищает её от перепадов температуры, которые существовали бы в безвоздушном пространстве.

Вопрос 3: Большая часть излучаемой Солнцем энергии проходит через земную атмосферу. Земля поглощает некоторую часть этой энергии, а другая часть отражается обратно от земной поверхности. Часть этой отражённой энергии поглощается атмосферой.

Вопрос 4: В результате этого средняя температура над земной поверхностью выше, чем она могла бы быть, если бы атмосферы не существовало. Атмосфера Земли действует как парник, отсюда и произошёл термин «парниковый эффект».

Вопрос 5: Считают, что парниковый эффект в течение XX века стал более заметным.

Вопрос 6: То, что средняя температура атмосферы Земли увеличилась, факт. В газетах и другой периодической печати основной причиной повышения температуры в двадцатом веке часто называют увеличение выброса углекислого газа в атмосферу.

Вопрос 7: Школьник по имени Андрей заинтересовался возможной связью между средней температурой атмосферы Земли и выбросами углекислого газа в атмосферу Земли.

Вопрос 8: В библиотеке он нашёл следующие два графика.

Вопрос 9:



Вопрос 10: На основе этих двух графиков Андрей сделал вывод, что повышение средней температуры атмосферы Земли действительно происходит за счёт увеличения выбросов углекислого газа.

Вопрос 3: ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ**S114Q03***Тип вопроса:* Свободно-конструируемый ответ*Компетенция:* Использование научных доказательств*Содержание:* «Научное объяснение» (Знания о науке)*Область применения:* Окружающая среда*Контекст:* Глобальный*Трудность:* 529*Процент верного выполнения:* Россия — 47,2%,
страны ОЭСР — 54,0%

PP

	6 уровень
707,9	5 уровень
633,3	4 уровень
558,7	3 уровень
484,1	2 уровень
409,5	1 уровень
334,9	Ниже 1 уровня

QQ Каким образом графики подтверждают вывод Андрея?

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Ответ принимается полностью: Указывается на увеличение и (среднюю) температуры, и выбросов углекислого газа.

- При увеличении выбросов увеличивается температура.
- Оба графика идут вверх.
- Потому что с 1910 г. оба графика начинают возрастать.
- Температура возрастает при увеличении выбросов CO₂.
- Линии на графиках одновременно идут вверх.
- Всё увеличивается.
- Чем больше выброс CO₂, тем выше температура.
- Указывается на положительную связь (в общих словах) между температурой и выбросом углекислого газа.
[Примечание: Данный код предназначен для определения ответов, в которых учащиеся используют следующую терминологию: «положительная связь», «одинаковая форма» или «прямо пропорциональный»; хотя следующий ниже вариант ответа не является правильным в строгом смысле, он показывает достаточное понимание явления для того, чтобы оценить ответ положительно].
- Количество CO₂ и средняя температура Земли прямо пропорциональны.
- Они имеют одинаковую форму, что указывает на взаимосвязь.

ЭКСПЕРТИЗА, ИЗМЕРЕНИЯ, ДИАГНОСТИКА

Вопрос 4: ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ**S114Q04***Тип вопроса:* Свободно-конструируемый ответ*Компетенция:* Использование научных доказательств*Содержание:* «Научное объяснение» (Знания о науке)*Область применения:* Окружающая среда*Контекст:* Глобальный*Трудность:* Полностью верный ответ — 659;

частично верный ответ — 568

Процент полного верного выполнения: Россия — 23%,

страны ОЭСР — 34,5%

RR

707,9	6 уровень
633,3	5 уровень
558,7	4 уровень
484,1	3 уровень
409,5	2 уровень
334,9	1 уровень
	Ниже 1 уровня

SS Другая школьница, Вика, не согласна с выводом Андрея. Она сравнивает два графика и говорит, что некоторые части графиков не подтверждают его вывод.

ТТ Какие части графиков не подтверждают вывод Андрея? Приведите пример и объясните свой ответ.

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Ответ принимается полностью: Указывается на одну часть обоих графиков, на которых не отмечается одновременного возрастания или убывания. Даются соответствующие пояснения.

- С 1900 г. по 1910 г. (приблизительно) CO_2 увеличивалось, в то время как температура уменьшалась.
- С 1980 г. по 1983 г. углекислый газ уменьшался, а температура возрастала.
- Температура в 1880 годы почти не изменяется, а первый график увеличивается.
- Между 1950 г. и 1980 г. температура не увеличивалась, а выбросы CO_2 возрастали.
- С 1940 г. по 1975 г. температура почти не изменяется, а выбросы углекислого газа резко возрастают.
- В 1940 г. температура намного выше, чем в 1920 г., а выбросы углекислого газа одинаковые.

Ответ принимается частично:

Называется правильный интервал времени, но пояснения не даются.

- 1930–1933.
- до 1910 г.

Называется только один год (а не период времени), даётся приемлемое пояснение.

- В 1980 г. выбросы уменьшились, а температура продолжала возрастать.

Даётся ответ, в котором не поддерживается вывод Андрея, но период времени указан неверно. (Обратите внимание: в ответе явно должна присутствовать данная ошибка, например, на графике ясно показана та часть, которая соответствует правильному ответу, но затем при написании ответа появляется ошибка).

- В период времени с 1950 по 1960 гг. температура уменьшалась, а выбросы углекислого газа увеличивались.

Указывается на различие между двумя кривыми без упоминания периода времени.

- В некоторых частях температура возрастает даже при уменьшении выбросов.
- Раньше были незначительные выбросы, но тем не менее была высокая температура.
- Когда график 1 постоянно возрастает, а график 2 не возрастает, он остаётся без изменений. [Примечание: Он остаётся постоянным «вообще».]
- Потому что вначале температура всё же высокая, а выбросы углекислого газа очень низкие.

Указывается на неровность одного из графиков.

- Около 1910 г. температура вначале уменьшилась, а затем определённое время увеличилась.
- На втором графике наблюдается уменьшение температуры атмосферы Земли в течение небольшого периода до 1910 г.

Указывается на различие в графиках, но пояснения недостаточные.

- В 40-х годах была жара, а углекислого газа было немного. [Примечание: Пояснение сформулировано очень плохо, но ответ явно демонстрирует понимание существующих различий.]

Вопрос 5: ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ

Тип вопроса: Свободно-конструируемый ответ

Компетенция: Научное объяснение явлений

Содержание: «Земля и космические системы»
(Естественно-научные знания)

Область применения: Окружающая среда

Контекст: Глобальный

Трудность: 709

Процент верного выполнения: Россия — 14,1%,
страны ОЭСР — 18,9%

UU

S114Q05

707,9	6 уровень
633,3	5 уровень
558,7	4 уровень
484,1	3 уровень
409,5	2 уровень
334,9	1 уровень
	Ниже 1 уровня

VV Андрей настаивает на своём выводе о том, что повышение средней температуры атмосферы Земли вызывается увеличением выбросов углекислого газа. Но Вика думает, что его вывод чересчур поспешный. Она говорит: «Прежде, чем сделать окончательный вывод, ты должен убедиться в том, что другие факторы, влияющие на парниковый эффект, остаются постоянными».

WW Назовите один из факторов, которые имела в виду Вика.

ОЦЕНКА ОТВЕТА:

Ответ принимается полностью

Указывается фактор, связанный с энергией или излучением Солнца.

ЭКСПЕРТИЗА, ИЗМЕРЕНИЯ, ДИАГНОСТИКА

- Тепловое излучение Солнца или возможно изменение положения Земли.
- Энергия, отражённая от Земли. [Предполагается, что под словом «Земля» ученик понимает поверхность Земли, а не саму планету].

Указывается фактор, связанный с отдельными компонентами природы Земли или с загрязнением окружающей среды.

- Водяные пары в воздухе.
- Облака.
- Вулканические извержения.
- Загрязнение атмосферы (газ, топливо).
- Количество выхлопных газов.
- Фреоны.
- Количество автомобилей.
- Озон (как составляющая воздуха).

Основные результаты

Лидирующей страной, чьи результаты значимо отличаются от результатов других стран, является Финляндия. Напомним, что в 2003 г. Финляндия возглавляла лидирующую группу из четырёх стран, результаты этих стран значимо не отличались друг от друга.

По сравнению со средним результатом стран-членов ОЭСР по естественно-научной грамотности страны делятся на три группы:

- страны, результаты которых статистически значимо выше среднего результата для стран ОЭСР (20 стран);
- страны, результаты которых сравнимы со средним результатом для стран ОЭСР (5 стран);
- страны, результаты которых статистически значимо ниже среднего результата для стран ОЭСР (32 страны, в том числе Россия).

Средний результат российских учащихся статистически значимо ниже среднего результата по странам ОЭСР и составляет 479 баллов по 1000-балльной шкале. С учётом ошибки измерения российские учащиеся 15-летнего возраста имеют рейтинг, находящийся в пределах 33–38 места среди участвовавших в исследовании 57 стран.

Это означает, что в соответствии с международной шкалой российские учащиеся в среднем продемонстрировали 2–3 уровня овладения естественно-научной грамотностью.

По сравнению с результатами России страны можно разделить на три группы:

- страны, результаты которых статистически значимо выше российских (28 стран);
- страны, результаты которых сравнимы с российскими (9 стран);
- страны, результаты которых статистически значимо ниже российских (19 стран).

В 2000 г. группа стран, с которыми Россия не имела значимых различий, включала лишь четыре страны (Латвия, Италия, Лихтенштейн, Португалия). В 2003 г. эта группа расширилась до 14 стран. Сейчас эта группа включает девять стран. Шесть стран, которые ранее входили в эту группу, в 2006 г. продемонстрировали результаты статистически значимо выше российских.

По сравнению со своими общими результатами российские учащиеся 15-летнего возраста показали²:

по содержательным областям естествознания

- более высокие результаты по биологии («Системы живых организмов», различие в 10 баллов);

² При сравнении результатов учитывалась стандартная ошибка измерения для России = 3,7.

— сравнимые результаты по географии («Земля и космические системы», лучше на два балла) и по физике («Физические системы», нет различия);

по методологическим знаниям (о науке)

— более низкие результаты (на четыре балла, но статистически незначимые различия);

по компетенциям

— более высокие результаты по выполнению заданий на объяснения (на четыре балла, но статистически незначимые различия);

— значимо более низкие результаты по распознаванию научных вопросов (на 17 баллов).

Анализ профиля естественно-научной грамотности российских учащихся показывает, что слабой областью естественно-научного образования в российских школах можно считать формирование группы умений (компетенции), связанной с распознаванием и постановкой научных вопросов. Эта компетенция включает:

- выявление проблем, которые могут быть научно исследованы;
- определение ключевых слов, необходимых для поиска научной информации;
- выявление основных особенностей (характеристик) естественно-научных исследований.

Гендерные различия у российских учащихся практически не проявляются при анализе средних результатов овладения естественно-научной грамотностью. Однако анализ профилей естественно-научной грамотности юношей и девушек показывает, что результаты юношей статистически значимо выше по разделу «Естественно-научные знания» особенно по физике, а результаты девушек выше по разделу «Знания о науке». Результаты юношей также выше при выполнении заданий на объяснения различных явлений.

Сравнение распределения российских учащихся по уровням естественно-научной грамотности с другими странами

Для оценки сформированности естественно-научной грамотности были разработаны восемь шкал, на каждой из которой были статистически установлены уровни овладения отдельными или в комплексе всеми аспектами естественно-научной грамотности.

Самый высокий шестой уровень естественно-научной грамотности продемонстрировали 0,5% российских учащихся. Для сравнения: в среднем по странам ОЭСР таких учащихся — 1,3%, в лидирующих странах, например, в Финляндии — 3,9%.

Пятый уровень достигли 3,7% российских учащихся, в странах ОЭСР — 10%, а в Финляндии — 17%. Только 4,1% российских учащихся овладели высокими уровнями естественно-научной грамотности. Наблюдается не только значительное отставание от лидирующих стран (в Финляндии высокими уровнями естественно-научной грамотности овладели 20,9% учащихся), но и от многих других развитых стран мира, лидирующих в области естественных наук и технологии (в Японии — 15%, в Германии — 11,8%, в США — 9%).

Таблица 4
Распределение (в %) учащихся по уровням естественно-научной грамотности для ряда стран

Страны	Место страны	Уровни естественно-научной грамотности						
		6-й	5-й	4-й	3-й	2-й	1-й	Ниже 1-го
Финляндия	1	3,9	17,0	32,2	29,1	13,6	3,6	0,5
Япония	3–9	2,6	12,4	27,0	27,5	18,5	8,9	3,2
Чешская Республика	12–20	1,8	9,8	21,7	27,8	23,4	12,1	3,5
Германия	10–19	1,8	10,0	23,6	27,9	21,4	11,3	4,1
Франция	22–29	0,8	7,2	20,9	27,2	22,8	14,5	6,6

ЭКСПЕРТИЗА, ИЗМЕРЕНИЯ, ДИАГНОСТИКА

Страны	Место страны	Уровни естественно-научной грамотности						
		6-й	5-й	4-й	3-й	2-й	1-й	Ниже 1-го
Венгрия	19–23	0,6	6,2	21,0	31,1	26,0	12,3	2,7
США	24–35	1,5	7,5	18,3	24,0	24,2	16,8	7,6
Все страны ОЭСР	3,3	10,0	19,1	24,3	21,9	13,6	7,7	
Российская Федерация	33–38	0,5	3,7	15,1	28,3	30,2	17,0	5,2

Таблица 5
Распределение учащихся по уровням естественно-научной грамотности (в %)

Страны	Уровни естественно-научной грамотности	
	2-6-ой	ниже 2-го базового
Финляндия	94,9	4,1
Япония	87,9	12,1
Чешская Республика	84,4	15,6
Франция	78,9	21,1
Германия	84,6	15,4
Венгрия	85,0	15,0
США	75,6	24,4
Все страны ОЭСР	80,8	19,2
Россия	77,5	22,5

Большинство российских учащихся (77,5%) овладели базовым уровнем естественно-научной грамотности, однако 22,5% этот уровень не достигли. По этим показателям Россия проигрывает не только лидирующим странам (в Финляндии — 94,9%/4,1%), но и многим другим развитым странам-членам ОЭСР (в Японии — 87,9%/12,1%).

Выводы

В последние годы происходят значительные изменения в области естественно-научного образования в большинстве стран мира. Программы и учебники переориентируют учителей и учащихся на формирование способности активно использовать приобретённые в школе знания в различных жизненных ситуациях, на формирование методов научного познания, на рассмотрение вопросов, связанных с социальными аспектами использования естествознания и технологии в жизни общества.

Эти изменения отразились в концепции оценки естественно-научной грамотности, реализованной в исследовании PISA-2006. Учащиеся 57 стран получили возможность продемонстрировать их «готовность к жизни» с учётом международных требований, сформулированных совместно представителями стран-участниц исследования.

Большинство российских учащихся (около 60%) продемонстрировали овладение основными умениями (второй и третий уровни по международной шкале), необходимыми для решения простых естественно-научных проблем. Они смогли выявить ясно сформулированные научные проблемы в некоторых знакомых ситуациях; отобрать факты и знания, необходимые для объяснения явлений; применить простые модели или исследовательские

стратегии, интерпретировать и напрямую использовать естественно-научные понятия из различных разделов естествознания, сформулировать короткие высказывания, используя естественно-научные факты.

15,1% учащихся продемонстрировали повышенный уровень естественно-научной грамотности. Они эффективно анализировали различные ситуации и проблемы, в которых явно проявлялись отдельные явления. Они смогли выбрать или обобщить объяснения, основанные на знаниях различных разделов естествознания и технологии, и связать эти объяснения с отдельными аспектами жизненных ситуаций. Они также смогли оценить свои действия и сообщить о своих решениях, используя при этом естественно-научные знания в качестве обоснования.

4,2% показали высокий уровень овладения естествознанием (пятый и шестой уровни). Они смогли применить естественно-научные знания и знания о науке во многих предложенных им сложных жизненных ситуациях, дать объяснения и аргументацию на основе критического анализа рассматриваемой проблемы; связать информацию и объяснения из различных источников и использовать их для обоснования различных решений. Они продемонстрировали готовность использовать свои знания для обоснования решений, принимаемых в незнакомых научных и технических ситуациях.

При этом 22,5% российских учащихся не овладели базовым уровнем, выделенным международными экспертами. Это означает, что, окончив основную школу, они имеют только ограниченный запас естественно-научных знаний, которые могут применять только в знакомых ситуациях. Они могут давать очевидные объяснения, которые явно следуют из имеющихся данных.

Анализ распределения российских учащихся по уровням овладения различными аспектами естественно-научной грамотности в сравнении с их сверстниками из лидирующих стран (Финляндия, Гонконг, Канада), а также многих других развитых стран-членов ОЭСР показывает, что сравнительные данные оказываются не в пользу российских учащихся 15-летнего возраста по многим позициям.

Международный тест по естествознанию выявил достаточно низкий уровень естественно-научной грамотности российских учащихся, не соответствующий основным требованиям в области школьного естественно-научного образования, которые были реализованы в исследовании PISA-2006. Это означает, что российские учащиеся 15-летнего возраста уступают своим сверстникам из многих стран мира (33–38 место на международной шкале) в способности:

- осваивать и использовать естественно-научные знания для приобретения новых знаний, для объяснения естественно-научных явлений и формулирования выводов в связи с естественно-научной проблематикой;
- понимать основные особенности естественно-научных исследований;
- демонстрировать осведомлённость в том, что естественные науки и технология оказывают влияние на материальную, интеллектуальную и культурную сферы жизни общества;
- проявлять активную гражданскую позицию при рассмотрении проблем, связанных с естествознанием.

Традиционно сильные стороны российского школьного естественно-научного образования, в значительной мере направленного на формирование основ наук (физики, химии, биологии и физической географии), не могли проявиться в данном исследовании, поскольку оно было направлено на реализацию других задач, в большей мере ориентированных на требования современного информационного общества.

Изменившиеся в последнее десятилетие приоритеты требуют изменений в содержании естественно-научного образования: увеличения времени на изучение методов научного познания, использования этих методов в различных жизненных ситуациях для обоснования или опровержения полученных результатов или высказанных суждений, аргументов или выводов. Результаты исследования 2006 года показывают, что в данной области результаты российских учащихся практически не изменились с 2000 года: не произошло

ЭКСПЕРТИЗА, ИЗМЕРЕНИЯ, ДИАГНОСТИКА

существенных изменений в основной школе, содержание образования не учитывает современные требования к подготовке подрастающего поколения (свободное использование полученных в школе знаний в различных ситуациях, приближенных к реальной жизни). Практически все задания были непривычными для российских учащихся как по содержанию, так и по форме. По сравнению со своими сверстниками из стран с другими традициями естественно-научного образования (или быстро переориентировавшихся содержание образования на новые приоритеты), российские школьники были поставлены в неравные условия.

Проблемы естественно-научного образования, поднятые в исследовании PISA-2006, необходимо решать в процессе разработки и внедрения стандартов второго поколения. Для этого необходимо изучить инновационный опыт, накопленный в данном исследовании в определении естественно-научной грамотности и оценке различных её составляющих. Целесообразно изучить особенности проведения реформ в естественно-научном образовании в ряде стран, демонстрирующих высокие результаты или положительную динамику в результатах своих учащихся. При этом важно отобрать страны, демонстрирующие высокие результаты и в традиционных исследованиях качества естественно-научного образования, например в исследовании TIMSS (Финляндия, Германия, Великобритания, Венгрия и Чешская республика).

При определении условий внедрения стандартов второго поколения необходимо учитывать, что процесс введения стандартов, написания новых учебников и ориентации результатов на новые образовательные стандарты в России значительно замедлен по сравнению с другими странами мира и потребуются интенсивные целенаправленные усилия для достижения положительного эффекта. □