

# Практика

## ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ PISA-2006<sup>1</sup>

Г. Ковалева

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 в основном объектом оценки является освоение естественно-научного содержания, в исследовании PISA оценивается способность учащихся выявлять вопросы, на которые может ответить наука, научно объяснить различные явления, использовать научные доказательства

<sup>1</sup>  
См. также ПД. 2008.  
№5.

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 объем текстов. Это позволило провести более четкое разграничение между оценкой умений читать и понимать тексты и естественно-научной грамотностью.

В 2006 году 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 осведомленность 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.

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

Выявление уровня овладения учащимися естественно-научной грамотностью дает информацию о том, каково отношение подрастающего поколения к естественным наукам, которые являются

### **Практика**

#### **Общие подходы**

**Общие подходы**

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 собой **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.

Рассмотрим кратко содержание каждой составляющей.



Рис. 1. Соотношение между составляющими естественно-научной грамотности

## Контекст

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

женных ситуаций рассматривалась в одном из трех контекстов: *личном* (связанном с самим учеником, его семьей, 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.

## Практика

Таблица 1

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

	<b>Личный</b> (сам учащийся, его семья, друзья)	<b>Социальный</b> (местное окружение)	<b>Глобальный</b> (жизнь в различных уголках мира)
<b>«Здоровье»</b>	Сохранение здоровья, предохранение от травм, правильное питание	Контроль над заболеваемостью, социальные передачи, выбор пищи, общественное здоровье	Эпидемии, распространение инфекционных заболеваний
<b>«Природные ресурсы»</b>	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
<b>«Окружающая среда»</b>	Дружественное поведение, использование различных материалов и веществ	Распределение населения, планирование затрат, воздействие на окружающую среду,	Биологическое разнообразие, способность оказать поддержку, контроль за загрязнением,

**ПЕД диагностика**  
**ПЕД диагностика**

		погода	воспроизводство и использование почвы
<b>«Источники опасности, риски»</b>	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
<b>«Связь естественного и технологий»</b>	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 ее 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 ре-

шений, трансформацию информации, аргументацию и объяснения, моделирование.

Важность овладения перечисленными выше компетенциями можно проиллюстрировать на следующих примерах. Рассмотрим проблему, принятие решений по которой требует рассмотрения различных ее сторон, например проблему глобального изменения климата. Обсуждение этой проблемы всегда включает научные, экономические и социальные аспекты. Ученые часто говорят о влиянии выбросов углекислого газа в атмосферу на климат планеты. Однако научные прогнозы в данной ситуации приходят в противоречие с социальными или эко-

Таблица 2

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

Практика

	Описание компетенции
1.	<b>Распознавание и постановка научных вопросов</b> — выявление проблем, которые могут быть научно исследованы; — определение ключевых слов, необходимых для поиска научной информации; — выявление основных особенностей (характеристик) естественно-научных исследований
2.	<b>Научное объяснение явлений</b> — применение естественно-научных знаний в данной ситуации; — научно обоснованное описание или интерпретация явлений, прогнозирование изменений; — распознавание научно обоснованных описаний, объяснений и прогноза
3.	<b>Использование научных доказательств</b> — 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

номическими 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

## Знания

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):

### 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 ее 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);
- экосистемы (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 наукоемких технологий (например, решение технологических проблем, оказание людям помощи в удовлетворении своих 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 неопределенность, 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, основано 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

### **Практика**

### **Знания**

## Знания

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, ответственность 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.

### **Ответственность по отношению к ресурсам и окружающей среде**

- 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 определенной тематике (для срав-

нения: в 2003 году — 35 отдельных заданий).

Задания для оценки естественно-научной грамотности, также 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 совокупностью<sup>2</sup>. 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 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, 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 данном 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

## Практика

### 2

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

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 свое 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 определенный балл по той же шкале в зависимости от того, насколько успешно данное задание выполняли все тестируемые. Международная шкала имеет следующие характерис-

тики: среднее значение равно 500 баллов, стандартное отклонение — 100: это означает, что около 2/3 учащихся 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 содер- жательно описаны с помощью значительного числа заданий.

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 естественно-научной грамотности был проведен 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-науч-

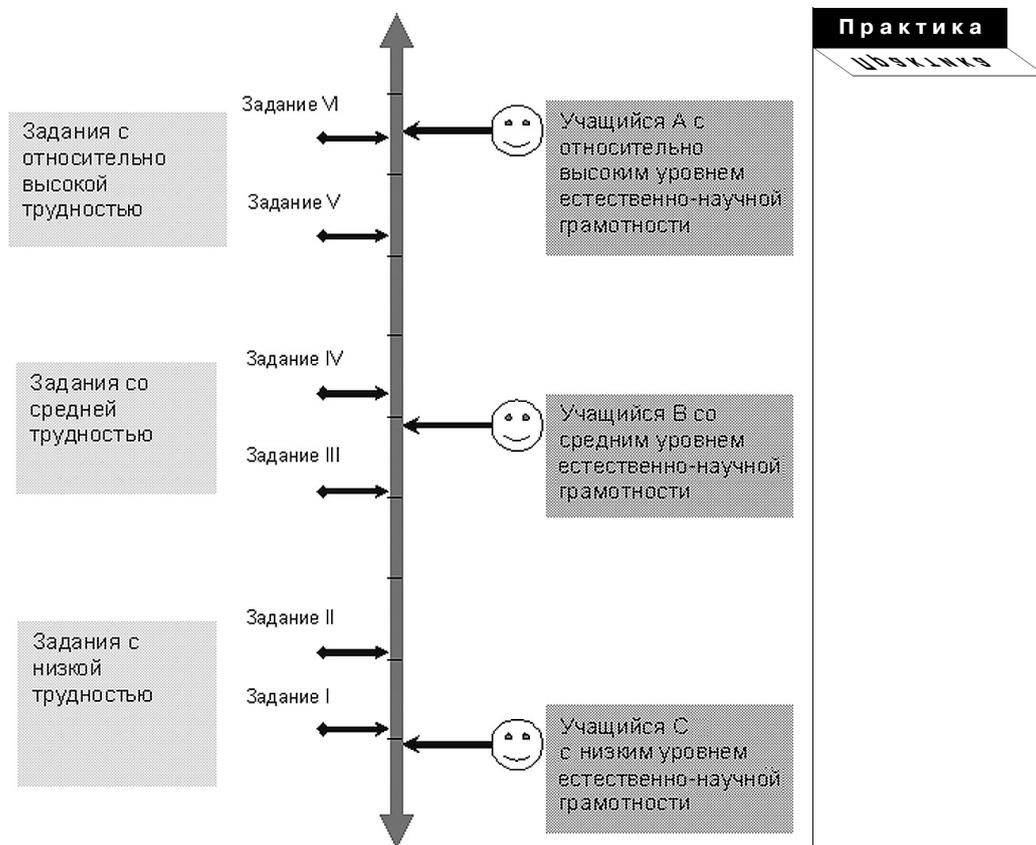


Рис.2. Графическая интерпретация шкалы естественно-научной грамотности

ной грамотности формиро-  
вались еще семь шкал для от-  
дельных составляющих: четы-  
ре шкалы для оценки освоения  
естественно-научных и мето-  
дологических знаний и три  
шкалы для трёх групп компе-  
тенций. Таким образом, в ис-  
следовании PISA-2006 для  
оценки естественно-научной  
грамотности использовалось  
восемь шкал.

### Основные результаты

Лидирующей страной, чьи  
результаты значимо отлича-  
ются от результатов других  
стран, является Финляндия.  
Напомним, что в 2003 году  
Финляндия возглавляла ли-  
дирующую группу из четырёх  
стран, результаты этих стран  
значимо не отличались друг  
от друга.

**ПЕД** диагностика  
**ПЕД** диагностика

**Описание уровней естественно-научной грамотности в исследовании PISA-2006**

Таблица 3

Уровень	Нижняя граница уровня	% уч-ся в России и странах ОЭСР	Что могут продемонстрировать учащиеся, достигшие данного уровня естественно-научной грамотности
6	707,9	<b>0,5%</b> учащихся России могут выполнять задания 6-го уровня трудности; <b>1,3%</b> — в среднем по странам ОЭСР	<b>Учащиеся, достигшие 6-го уровня, могут:</b> — 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
5	633,3	<b>4,2%</b> учащихся России могут выполнять задания 5-го уровня трудности; <b>9,0%</b> — в среднем по странам ОЭСР	<b>Учащиеся, достигшие 5-го уровня, могут:</b> — 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

**Практика**

4	558,7	<p><b>15,1%</b> учащихся России могут выполнять задания 4-го уровня трудности; 19,3% — в среднем по странам ОЭСР</p>	<p><b>Учащиеся, достигшие 4-го уровня, могут:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— эффективно анализировать различные ситуации и проблемы, в которых явно проявляются отдельные явления, и от них требуется сделать вывод о роли науки или технологии.</li> <li>— Они могут выбрать или обобщить объяснения, основанные на знаниях 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</li> </ul>
3	484,1	<p><b>47,6%</b> учащихся России могут выполнять задания 3-го уровня трудности; 56,7% — в среднем по странам ОЭСР</p>	<p><b>Учащиеся, достигшие 3-го уровня, могут:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— выявить ясно сформулированные научные проблемы в некоторых ситуациях;</li> <li>— отобрать факты и знания, необходимые для объяснения явлений;</li> <li>— применять простые модели или исследовательские стратегии;</li> <li>— интерпретировать и напрямую использовать естественно-научные понятия из различных разделов естествознания;</li> <li>— формулировать короткие высказывания, используя факты;</li> <li>— принимать решения на основе естественно-научных знаний</li> </ul>
2	409,5	<p><b>77,8%</b> учащихся России могут выполнять задания 2-го уровня трудности; 80,8% — в среднем по странам ОЭСР</p>	<p><b>Учащиеся, достигшие 2-го уровня, могут:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— давать возможные объяснения в знакомых ситуациях на основе адекватных научных знаний;</li> <li>— делать выводы на основе простых исследований;</li> <li>— устанавливать прямые связи и буквально интерпретировать результаты исследований или технологические решения.</li> </ul> <p>В России соответствуют только 2-му уровню результаты 30,2% учащихся</p> <p style="text-align: right;">         выше 2-го уровня — 47,6%          ниже 2-го уровня — 22,5%       </p>

**ПЕД диагностика**  
**ПЕД диагностика**

1	334,9	<p><b>94,8%</b> учащихся России могут выполнять задания 1-го уровня трудности; <b>94,8%</b> — в среднем по странам ОЭСР</p>	<p>Учащиеся, достигшие 1 уровня, имеют: — ограниченные знания, которые могут применять только в знакомых ситуациях. Они могут давать очевидные объяснения, которые явно следуют из имеющихся данных. В России соответствуют только 1-му уровню результаты 17% учащихся</p> <p style="text-align: right;">выше 1-го уровня — 77,8% ниже 1-го уровня — 5,2%</p>
---	-------	---	---

**Результаты**

**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 учетом ошибки измерения российские учащиеся 15-летнего возраста имеют рейтинг, находящийся в пределах 33–38-го места среди участвовавших в исследовании 57 стран.

Это означает, что в соответствии с международной шкалой (см. табл. 3) российские учащиеся в среднем продемонстрировали 2–3-й уровни 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 году группа стран, с которыми Россия не имела значимых различий, включала лишь четыре страны (Латвия, Италия, Лихтенштейн, Португалия). В 2003 году эта группа расширилась до 14 стран. Сейчас эта группа включает девять стран. Шесть стран, которые ранее входили в эту группу в 2006 году, продемонстрировали

результаты статистически значимо выше российских.

По сравнению со своими общими результатами российские учащиеся 15-летнего возраста показали<sup>3</sup>:

**по содержательным областям естествознания**

- более высокие результаты по биологии («Системы живых организмов», различие в 10 баллов),
- сравнимые результаты по географии («Земля и космические системы», лучше на 2 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 естествонаучного 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.

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

**Практика**

**3**

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

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
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-й	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
<b>Россия</b>	<b>77,5</b>	<b>22,5</b>

учащихся — 1,3%, в лидирующих странах, например в Финляндии, — 3,9%.

Пятого уровня достигли 3,7% российских учащихся, в странах ОЭСР — 10%, а в Фин-

ляндии — 17%. Только 4,1% российских учащихся овладели высокими уровнями естественно-научной грамотности (наблюдается не только значительное отставание от лидиру-

ющих 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%).

Большинство российских учащихся (77,5%) овладели базовым уровнем естественно-научной грамотности, однако 22,5% этого уровня 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 приобретенные 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 естест-

венно-научной грамотности, реализованной в исследовании PISA-2006. Учащиеся 57 стран получили возможность продемонстрировать их «готовность к жизни» с учетом 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,

## Практика

## Результаты

**Выводы**

основанные на знаниях различных разделов естествознания и технологии, и связать эти объяснения напрямую 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 (пятый и шестой) уровни овладения естествознанием. 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; 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.

Анализ распределения российских учащихся по уровням

овладения ими 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 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. Российские учащиеся уступают своим сверстникам из многих стран мира (33–38-е места на международной шкале) в способности:

- осваивать и использовать естественно-научные знания для приобретения новых знаний, объяснения естественно-научных явлений и формулирования выводов;
- понимать основные особенности естественно-научных исследований;
- демонстрировать осведомленность 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, 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 суще-

ственных 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 переориентировавших 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 надо изучить инновационный опыт в определении естественно-научной грамотности и оценке ее составляющих, особенности проведения реформ в естественно-научном образовании в странах, демонстрирующих высокие результаты.

## Практика

## Выводы