

СОДЕРЖАНИЕ

Психологическая теория современного образования

- ТЮМЕНЕВА Ю.А., АЛЕКСАНДРОВА Е.И., ШАШКИНА М.Б.
Почему для российских школьников некоторые задания PISA оказываются труднее, чем для их зарубежных сверстников: экспериментальное исследование 5

Психология развития обучаемых

- СЕМЕНОВА Т.С.
Психологическая готовность к школе и обучаемость как факторы успешного обучения первоклассников 24

Психология формирования личности

- ТЕРЕЩЕНКО В.В., ЧУБ И.М.
Психологические условия формирования готовности к осознанному выбору будущей профессии у старшеклассников в период взросления 41
- СИМАЧЕВА А.И.
Уверенность и доверие у старших подростков с выраженной сверхнормативной активностью в когнитивной и социальной сферах жизнедеятельности 50

Психология профессионального образования

- ПАХМУТОВА М.А.
Индивидуальные стили исследовательской деятельности современных студентов 61
- МАРТИРОСЯН К.В.
Культурная провокация как психолого-педагогический прием в преподавании этнопсихологии в биэтнических группах 71

Психология педагогической деятельности

- НЕМИРОВСКАЯ Н.Г.
Взгляды В.Н. Дружинина на проблемы интеллекта, способностей и психологии обучения (к 60-летию со дня рождения В.Н. Дружинина) 87

Социальная психология образования

- ДУБРОВИНА Д.А.
Вербальная агрессия как признак социально-психологической дезадаптации младших подростков 94
- ШУХЛОВА Ю.А., ПАНТЕЛБЕВ А.Е., ШЕКЕТЕРА А.А.
Психологическая безопасность как критерий акмеологического здоровья представителей молодежных субкультур 101

Психологическая теория современного образования

ПОЧЕМУ ДЛЯ РОССИЙСКИХ ШКОЛЬНИКОВ НЕКОТОРЫЕ ЗАДАНИЯ PISA ОКАЗЫВАЮТСЯ ТРУДНЕЕ, ЧЕМ ДЛЯ ИХ ЗАРУБЕЖНЫХ СВЕРСТНИКОВ: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ!

Ю.А. Тюменева, кандидат психологических наук, старший научный сотрудник Национального института высшего образования – Высшая школа экономики, Институт развития образования / juti@yandex.ru

Е.И. Александрова, магистр психологии, стажер-исследователь в НИУ ВШЭ / alexandra.juti@yandex.ru

М.Б. Шашкина, кандидат педагогических наук, доцент Национального института высшего образования – Высшая школа экономики, Институт развития образования / ashashkina@bk.ru

Факторы, связанные с национальными результатами в тесте PISA, достаточно хорошо описаны. Однако из-за характера описания этих факторов – часто слишком общего и выполненного в корреляционной парадигме, использование результатов PISA в образовательной политике остается затруднительным. Мы сместили вопрос с объяснения низких достижений российских школьников в PISA на объяснение существенно большей трудности некоторых заданий по математике для российских школьников, чем для их сверстников в других странах. При такой постановке вопроса на первый план выступили специфические детали в заданиях и умениях российских школьников, которые стали предметом экспериментального исследования. Результаты показали, что основной причиной трудности этих заданий являются те их составляющие, которые требуют специфического предметного знания. В то же время элементы заданий, которые требуют более общих когнитивных умений, в основном не вызывают трудности. Результаты показывают необходимость пересмотра распространённой интерпретации результатов PISA как указания на недостаточное развитие сложных

Авторы выражают благодарность НИУ ВШЭ за содействие в проведении исследования. Это исследование финансируется грантом НИУ ВШЭ в 2015 году.

страны в целом. Такие исследования можно условно разделить на два основных направления: связь достижений учащихся с культурными особенностями страны и с особенностями национального учебного плана.

Рассматривая культурные характеристики тестируемых, обычно выделяют проблемы, связанные с языковыми навыками изучаемой группы учеников. Особое внимание уделяется мигрантам, чьи достижения, при прочих равных условиях, ниже, чем у носителей языка [10]. Исследуется и уровень владения родным языком как предпосылка более высоких или низких достижений; установлена, например, корреляция успешного выполнения более сложных заданий с более развитым навыком чтения [10]. Еще одним интересным направлением является изучение более высокой трудности заданий как следствия неадекватного оригиналу перевода текста тестовых заданий [15].

В работах второго типа речь идет о факторах, контролирующихся, в первую очередь, учителями, администрацией и лицами, определяющими образовательную политику. При планировании нашего эксперимента мы ориентировались как раз на такие факторы, «внешние» по отношению к ученикам. Остановимся на них подробнее.

В целом ряде работ особенности национальной образовательной программы рассматриваются как основной источник трудности заданий PISA для выборки конкретной страны. Эти особенности изучаются в различных аспектах: с точки зрения структуры и типов заданий, чаще всего используемых в

школьных заданиях [9]; совпадения содержания национального измерительного инструмента и международных тестов, в частности, PISA [11]; анализа официальных документов, отражающих содержание национального учебного плана, и сравнения его с перечнем тем, используемых разработчиками PISA [8].

Работы, исследующие дифференцированное функционирование заданий PISA (differential item functioning, далее DIF), направлены на обнаружение в заданиях каких-либо характеристик, которые делают эти задания разными по трудности для групп учеников из разных стран. Установлено неодинаковое функционирование заданий по читательской и математической грамотности в PISA-2006 [6; 16, с. 71–85]. В более позднем исследовании, базировавшемся на той же методологии, были установлены и источники DIF, уже в блоке «Естественнонаучная грамотность» [7, с. 69–86]. Несовпадение с учебным планом оказалось наиболее сильным фактором, приводящим к появлению DIF.

В качестве интересного примера исследования того же направления можно привести работу, рассматривающую связь «возможностей обучения» (opportunities to learn, OTL) с достижениями учеников в области математики [14, с. 145–157]. Под возможностями обучения в данном случае понимается доступность ученикам тех или иных тем и типов заданий, т. е. наличие их в учебной программе и затрачиваемое на них учебное время. Авторы, по сути, также исследуют национальный учебный план и связь его характеристик с

результатами, но анализ учебного плана проводится самим же инструментом PISA. В PISA-2012 впервые в анкету для учеников были введены вопросы, позволяющие сформировать индексы, измеряющие OTL. Статистическими методами доказывалось наличие значимой связи между этими индексами и результатами по заданиям PISA по математике на всех уровнях – индивидуальном, школьном и общем по стране.

В России вопрос о дефицитах национальной школьной программы, являющихся причинами низких результатов PISA, поднимался неоднократно в разные годы [1; 2]. Причины обычно обсуждались в терминах неактуальности целых разделов математики к концу основной школы и их забывания, слабой подготовкой учителей по отдельным разделам школьной программы, отсутствием в наших учебниках объемных, разнообразных по форме текстов с описанием реальной ситуации и задач, не привязанных к определенному разделу, отсутствием заданий на интерпретацию [3].

Мы видим три недостатка таких объяснений. Во-первых, их слишком общий характер. Они сформулированы так, что им с одной стороны легко найти подтверждение, так как эти характеристики могут быть отнесены в той или иной мере ко всей учебной программе по математике в целом или к очень крупным разделам программы. С другой стороны, из-за своего общего характера они плохо подходят для контроля со стороны учителей, методистов и людей, задающих образовательную политику.

Второй их недостаток в том, что они не учитывают универсальность многих

факторов, затрудняющих выполнение заданий. Как мы отметили выше, сложность текста, например, или большой объем чтения будут затруднять выполнение задания в любом случае; это одна из характеристик теста, направленная на увеличение разброса результатов.

В-третьих, эти объяснения носят до сих пор гипотетический характер, так как они ни разу не подвергались эмпирической проверке.

Настоящее исследование

Наше исследование было адресовано всем этим недостаткам. Мы стремились выяснить причины трудности отдельных заданий именно для российской выборки, и захватить в поле зрения более детальный слой учебного плана, добавив его к уже традиционно списку причин общего характера. В нашем исследовании мы хотели экспериментальным образом проверить, какие составляющие заданий PISA (здесь и далее речь будет идти только о блоке «Математическая грамотность») делают их более трудными для российских школьников, чем для их сверстников из стран ОЭСР, и как эти особенности связаны с национальной школьной программой по математике для основной школы.

Чтобы ответить на этот вопрос, мы отобрали для анализа только те задания PISA, которые показали сравнительно большую трудность в России, чем в среднем в странах ОЭСР. Трудность мы измеряли в проценте случаев правильного выполнения задания. К

сожалению, мы
ко из открыт
не позволило
максимальной
Тем не менее,
оказалось пять
выполнения в
мере на пять п
чем в среднем
Отобранн
лизированы а
ченными эксп
составляющи
затруднять их
ляющие элеме
какого-то спе
го знания ил
роятности), и
характера (на
го текста на
составляющи
было получ
стали предм
проверки. Бь
модификаци
PISA так, что
вал только од
затрудняющ
рованное зар
держат как
элементов. С
выполняла
цированные
казал, что в
предметных
щественным
ния оригина
из более об
только мыс
преобразова
ние задания

сожалению, мы могли выбирать только из открытого банка заданий, что не позволило нам отобрать задания с максимальной разницей в трудности. Тем не менее, среди открытых заданий оказалось пять, процент правильного выполнения которых был по крайней мере на пять пунктов ниже для России, чем в среднем по странам ОЭСР.

Отобранные задания были проанализированы авторами статьи и привлеченными экспертами на предмет таких составляющих задания, которые могли затруднять их выполнение. Эти составляющие элементы всегда касались либо какого-то специфического предметного знания или умения (например, вероятности), или умения более общего характера (например, чтения объемного текста на малознакомую тему). Все составляющие задания, по которым было получено согласие экспертов, стали предметом экспериментальной проверки. Были разработаны задания-модификации оригинальных заданий PISA так, чтобы в задании присутствовал только один элемент из нескольких затрудняющих. При этом модифицированное задание не должно было содержать каких-то новых затрудняющих элементов. Одна и та же группа детей выполняла оригинальные и модифицированные задания. Эксперимент показал, что недостаток специфических предметных знаний являлся преимущественным препятствием выполнения оригинальных заданий, тогда как из более общих когнитивных умений, только мысленные пространственные преобразования затрудняли выполнение задания.

Метод Участники

В эксперименте приняли участие 71 учащийся московской общеобразовательной школы, не имеющей профильных классов и каких-либо специализаций. В выборку вошли ученики 8–10 классов: 17 учеников 8-го класса, 32 ученика 9-го класса, 21 ученик 10-го класса.

Инструмент

Каждое оригинальное задание PISA с трудностью существенно более высокой, чем его средняя трудность в странах OECD (табл. 1), было подвергнуто экспертной оценке на предмет возможных причин затруднений его выполнения российскими школьниками.

Таблица 1

Открытые задания PISA и их сравнительная трудность

Задание	Разница со средней трудностью в странах OECD (трудность в России), %
Лотерея	-26,2 (13,2)
Налоги на выброс газа	-16,1 (24,1)
Вращающаяся дверь	-8,1 (38,3)
Продажа музыкальных дисков	-7,6 (71,9)
Соус	-5,8 (57,6)

Экспертами выступили три специалиста-педагога с большим опытом методической работы, в том числе один соавтор этого исследования. Их зада-

чей было высказать предположения о том, почему эти задания оказались значительно труднее для российских школьников, чем для их зарубежных сверстников. Первые два эксперта обсуждали задания вместе и давали согласованное мнение. Третий эксперт независимо от двух первых оценивал задания и согласованный перечень гипотез относительно причин затруднений. Согласие было получено по всему перечню, и было добавлено несколько уточнений. В качестве итога экспертной оценки ниже мы даем оригинальные задания, гипотетические причины затруднений в его выполнении и связанные с этими причинами модифицированные задания.

Модификация могла прямо проверять предметное знание, если оно требовалось для выполнения задания, и в этом случае задача заимствовалась из распространенных российских учебников. В качестве источников типичных задач мы использовали учебники, наиболее часто используемые в российских школах: Ю.Н. Макарычев, Н.Г. Миндюк и др. Алгебра. 8 класс. М., 2010; Ю.Н. Макарычев, Н.Г. Миндюк и др. Алгебра. 9 класс. М., 2009; А.Г. Мордкович, П.В. Семенов. Алгебра. 9 класс. М., 2010; Н.Я. Виленкин Математика. 6 класс. М., 2013. Либо модификация могла быть полностью аналогичной оригинальному заданию, но отличалась от него тем, что из нее были удалены или изменены один или несколько затрудняющих элементов (например, был минимизирован объем чтения или использована привычная формулировка вопроса).

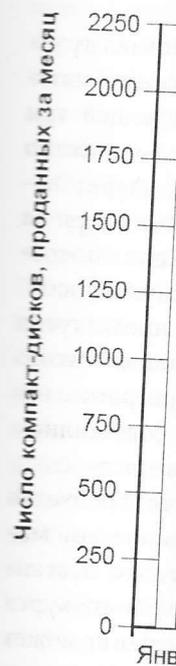
В итоге было сформировано пять блоков заданий, где каждый блок включал одно оригинальное задание и связанные с ним модификации. Поскольку предполагалось, что модификации будут предъявляться школьникам через двухнедельный промежуток времени после оригинальных заданий, при их разработке мы не беспокоились о сильном сходстве какой-то модификации с оригинальным заданием. Мы полагаем, что две недели – достаточный промежуток времени, чтобы дети забыли детали заданий и решения. Однако нам было важно, чтобы модификации, предъявляемые одновременно, не имели внешнего сходства между собой. Пять оригинальных заданий составили один буклет, который предъявлялся на первом этапе. Тринадцать модификаций составили второй буклет, который предъявлялся на втором этапе, через две недели после первого. Второй буклет имел два варианта, отличающихся порядком заданий.

Оригинальные задания, гипотезы и модификации

В целях экономии места мы приводим полностью только некоторые из заданий, в других случаях мы даем просто их описание.

Оригинальное задание № 1 «Продажа музыкальных дисков»

Январе были выпущены новые компакт-диски музыкальных групп «Рокеры» и «Кенгуру». В феврале последовали компакт-диски музыкальных групп «Ночные птицы» и «Металлисты». На рис. 1 показана продажа этих компакт-дисков с января по июнь.



Вопрос:
В каком месяце продано больше своих компакт-дисков музыкальная группа?
Ответ:
Гипотетических вариантов:
1) диаграмма показывает, что в нескольких категориях в российской школе уделяется достаточное внимание, могут не знать, как отвечать;
2) ответ предположительно правильного соотношения

что и оригинальная задача, но на более привычном для российских школьников материале – таблице. Количество рядов и категорий, разряд значений и контекст сюжета задачи остались неизменными.

Оригинальное задание №2 «Вращающаяся дверь»

Вращающаяся дверь имеет три стеклянных перегородки, которые вместе с этой дверью вращаются внутри кругового пространства. Внутренний диаметр этого пространства 2 метра (200 сантиметров). При дверные перегородки делят пространство на три равных сектора. На рис. 2 показаны дверные перегородки в трех позициях, если смотреть на них сверху.

Вопрос:

Дверь делает 4 полных оборота за минуту. В каждом из трёх секторов двери могут поместиться максимально 2 человека.

Какое наибольшее число людей может войти в здание через эту дверь за 30 минут?

Ответ: _____

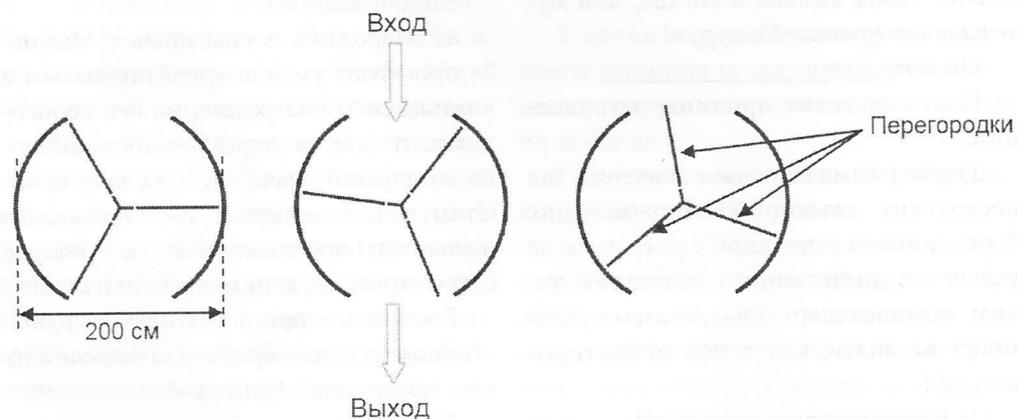


Рис. 2. Дверные перегородки в трех позициях, если смотреть на них сверху

Гипотетические причины затруднений:

1. Специфическая предметная трудность заключается в построении математической модели, связывающей три составляющие: во-первых, количество человек во всех секторах двери; во-вторых, количество оборотов двери за единицу времени (пропускная способность); в-третьих, пропускную способность двери за указанный промежуток времени. Хотя моделирование такого типа встречается даже в программе начальной школы, эксперты согласились, что это умение нужно проверить.

2. Для решения задачи требуется создание мысленной динамической модели, что является достаточно нестандартной задачей для школьного курса геометрии. Мысленное вращение может быть трудным для российских школьников, так как в рамках программы это умение практически не востребовано.

Модификации:

1) «Турбаза» напрямую проверяла умение строить математическую модель для решения текстовой задачи в три действия.

На турбазе за месяц могут отдохнуть 2 смены детей. В каждом из 5 домиков, где живут дети, помещается максимально 14 человек. Какое наибольшее число детей может отдохнуть на турбазе за три летних месяца?

2) «Вращающаяся дверь-2» проверяла трудность мысленного вращения для выполнения оригинального задания. Модификация полностью повторяла оригинальную задачу, но мы снизили нагрузку на пространственное воображение: действие по подсчету пропускной способности, основанное на мысленном вращении секторов двери с людьми, было заменено уже готовым результатом этого подсчета. Мы приводим только модифицированный вопрос.

Вопрос:

Дверь делает 4 полных оборота за минуту. В каждом из трех секторов двери могут поместиться максимально 2 человека. Таким образом, за один полный оборот в дверь проходит 6 человек. Какое наибольшее число людей может войти в здание через эту дверь за 30 минут?

Ответ: _____ человек

3) «Автомойка» была аналогична оригинальной задаче по принципу решения, но вместо мысленного вращения необходимо было сделать мысленное линейное перемещение объектов.

Оригинальное задание № 3 «Соус»

Вы делаете свою собственную заправку для салата.

Вот рецепт на 100 миллилитров (мл) заправки.

Салатное масло	60 мл
Уксус	30 мл
Соевый соус	10 мл

Сколько миллилитров (мл) салатного масла понадобится, чтобы сделать 150 мл этой заправки?

Ответ: _____ мл

Гипотетические причины затруднений:

1) тема «Пропорции» является достаточно трудной для освоения детьми;

2) задание включает пропорцию с тремя частями и одним целым, что не типично для школьной программы;

3) задача имеет табличный вид, что нетипично для задач на пропорцию, а следовательно может наталкивать на более трудоемкий способ решения, например, с использованием всех указанных значений, что не требуется для решения задачи.

Модификации:

1) «Стопка бумаги» – типичная текстовая задача, направлена на проверку умения решать задания с простыми пропорциями.

Толщина 300 листов бумаги для принтера составляет 3,3 см. Какую толщину будет иметь пачка из 500 листов такой же бумаги?

2) Задание «Пропорция» – типичная формальная задача, требует умения применять простейший способ решения задачи на пропорцию.

Решите пропорцию: $9 : X = 3 : 14$

3) «Торт» по структуре аналогична оригинальной, но ее формат приближен к типичным задачам на пропорцию.

На праздновании своего дня рождения вы хотите удивить друзей творожным тортом собственного приготовления. По рецепту для торта массой 500 граммов (г) понадобится 100 г муки, 50 г сметаны и 250 г творога. Сколько понадо-

бится творага для приготовления 1200 г торта? Ответ: _____ г.

Оригинальное задание № 4 «Лотерея»

Требуется оценить, как меняется вероятность повторного выпадения номера шара лото в следующем розыгрыше. Стимульный материал – значительный по объему сплошной текст; вопрос сформулирован в форме оценки предположений как верных или неверных.

Гипотетические причины затруднений:

1. Затруднено понимание идеи вероятности независимых событий – темы, которой в школьной программе практически не уделяется внимание.

Здесь необходимо сделать одно замечание, которое не было выделено экспертами, но которое имеет смысл учесть при разработке модификаций. Учебные задачи на «вероятность независимых событий» можно отнести к двум типам: «с разными объектами» (например, из двух разных корзин выбираются шары одного цвета, и «с одним объектом» (например, бросание кубика с равновероятным выпадением любой грани, или вытягивание и возвращение одного и того же объекта из набора объектов). Задачи на независимость событий «с одним объектом» должны решаться хуже, чем задачи «с разными объектами» из-за конфликта с обыденными представлениями о взаимосвязи между последовательными событиями. Это происходит под влиянием нашего каждодневного опыта, когда настоящее неизбежно зависит от прошлого («нельзя войти в одну реку дважды»). В тоже время за-

дачи «с разными объектами» не имеют прямого житейского аналога, противоречащему принципу независимости. Из-за фактического отсутствия этой темы в российской программе, при выполнении задания PISA, которая относилось как раз к типу «событий с одним объектом», ничто в опыте учащихся не могло выступить противовесом для обманчивых обыденных аналогий, которые утверждают зависимость последовательных состояний объекта. Это различие двух типов задач: «с одним объектом» и «с разными объектами» было учтено при разработке модификаций.

2. Большой объем текста в формулировке условия задачи.

3. Сюжет, вокруг которого строилась задача, был малознаком российским школьникам.

Модификации:

1) «Шашки» – задача, проверяющая понимание идеи независимости событий по типу «события с разными объектами».

2) «Игральный кубик» – так же прямо спрашивала о вероятности независимых событий задача, но она относилась к типу «события с одним объектом».

3) «Устный экзамен» была аналогична оригинальной по структуре решения, и сохраняла тот же формат и объем текста, но использовала сюжет, знакомый и понятный российским школьникам.

Оригинальное задание № 5 «Налог на выброс газа»

Требует умения делать вычисления с данными на сгруппированной диаграмме. Стимульный материал состоял из объемного вводного текста о том,

Процедура

Тестирование проходило в два этапа сессии, проходившие во время обычного урока и по длительности не превышавшие 45 минут. В ходе первого этапа дети выполняли пять оригинальных заданий PISA. На втором этапе, спустя две недели после первой, дети получили буклет с модифицированными заданиями. Во время обеих сессий в классе находился учитель. Инструктаж проводился одним из авторов.

Результаты

Сводные результаты по решению всех задач представлены в табл. 2. Мы видим, что хотя трудность оригинальных заданий относительно друг друга осталась такой же, какой она была на общероссийской выборке, в абсолютном выражении задания стали легче. Два задания «Соус» и «Продажа музыкальных дисков» оказались очень легкими, и было трудно ожидать какого-то дополнительного облегчающего эффекта от модификации этих задач. Однако, мы не стали исключать их из исследования из-за малого количества подходящих для нас оригинальных заданий.

Для оценки значимости изменений успешности выполнения модифицированных заданий по сравнению с оригинальным, мы использовали множественный t-test для каждого блока. При выборе между одно- или двухсторонней значимостью, было решено остановиться на двухсторонней, так как мы не могли заранее уверенно предсказать в какую сторону будет изменяться труд-

что налог на машину зависит от степени очистки выхлопного газа. Затем была представлена столбчатая сгруппированная диаграмма. Для ответа на вопрос требовалось сложить значения нескольких интервальных категорий.

Гипотетические причины затруднений:

1) умение делать вычисления основываясь на данных сгруппированной диаграммы, практически не поддерживается школьной программой, что и могло вызвать трудности в решении этой задачи.

2) малознакомый, малоинтересный и многословный сюжет, использованный в задаче, мог снизить мотивацию выполнения задания и/или вызвать трудности понимания смысла задачи.

Модификации:

1) «Бригада рабочих-1» была взята нами из учебника для 8 класса [2] (отметим, что это была единственная задача со сгруппированной диаграммой среди наиболее часто используемых учебников математики). Она проверяла умение производить поиск информации на сгруппированной диаграмме.

2) «Осадки в Лондоне» была аналогична оригинальной задаче по структуре решения, формату и объему текста, но использовала более знакомый школьникам сюжет, и вместо сгруппированной диаграммы в ней использовалась простая диаграмма.

3) «Налог на выброс газа-2» также была аналогична оригинальной, но мы минимизировали объем текста, оставив только существенную для решения информацию.

Почему для российских школьников некоторые задания PISA оказываются труднее, чем для их зарубежных сверстников: экспериментальное исследование

Таблица 2

Характеристики заданий и успешность их решения (оригинальные задания указаны в затемненных строках)

Задание	Предположительные источники трудности	Успешность решения (%)
Продажа музыкальных дисков (PISA)	Ориентация в комплексной диаграмме Поиск паттерна на данных диаграммы	81
Продажа музыкальных дисков-1	Только ориентация в комплексной диаграмме	83
Книжная торговля	Поиск паттерна на данных таблицы	88
Вращающаяся дверь (PISA)	Построение математической модели для текстовой задачи в три действия Мысленное преобразование (вращение) Большой объем чтения, комплексный текст	45
Вращающаяся дверь-1	Большой объем чтения, комплексный текст	77
Турбаза	Решение в три действия	80
Автомойка	Мысленное преобразование (линейное перемещение)	31
Соус (PISA)	Идея пропорции Решение пропорции с тремя парами отношений Табличный вид задачи	73
Стопка бумаги	Идея пропорции в текстовой задаче	75
Пропорция	Идея пропорции в формальной задаче	57
Торт	Решение пропорции с тремя парами отношений	61
Лотерея (PISA)	Вероятность независимых событий («события с одним объектом») Большой объем чтения Малознакомый сюжет	21
Шашки	Вероятность независимых событий («события с разными объектами»)	62
Игральный кубик	Вероятность независимых событий («события с одним объектом»)	27
Устный экзамен	Вероятность независимых событий («события с одним объектом») Большой объем чтения	34
Налог на выбросы углекислого газа (PISA)	Поиск информации и вычисления с данными на сгруппированной диаграмме Малознакомый сюжет	37
Бригада рабочих	Поиск информации на сгруппированной диаграмме	39
Налог на выброс газа-1	Поиск информации и вычисления с данными на сгруппированной диаграмме Малознакомый сюжет	2

Таблица 2
задания

Время решения (мин)	Процент верных решений (%)
31	
33	
38	
45	
47	
48	
51	
53	
55	
57	
61	
62	
67	
74	
77	
79	
81	
87	
91	
97	
99	
101	
107	
111	
117	
121	
127	
131	
137	
141	
147	
151	
157	
161	
167	
171	
177	
181	
187	
191	
197	
201	
207	
211	
217	
221	
227	
231	
237	
241	
247	
251	
257	
261	
267	
271	
277	
281	
287	
291	
297	
301	
307	
311	
317	
321	
327	
331	
337	
341	
347	
351	
357	
361	
367	
371	
377	
381	
387	
391	
397	
401	
407	
411	
417	
421	
427	
431	
437	
441	
447	
451	
457	
461	
467	
471	
477	
481	
487	
491	
497	
501	
507	
511	
517	
521	
527	
531	
537	
541	
547	
551	
557	
561	
567	
571	
577	
581	
587	
591	
597	
601	
607	
611	
617	
621	
627	
631	
637	
641	
647	
651	
657	
661	
667	
671	
677	
681	
687	
691	
697	
701	
707	
711	
717	
721	
727	
731	
737	
741	
747	
751	
757	
761	
767	
771	
777	
781	
787	
791	
797	
801	
807	
811	
817	
821	
827	
831	
837	
841	
847	
851	
857	
861	
867	
871	
877	
881	
887	
891	
897	
901	
907	
911	
917	
921	
927	
931	
937	
941	
947	
951	
957	
961	
967	
971	
977	
981	
987	
991	
997	
1001	
1007	
1011	
1017	
1021	
1027	
1031	
1037	
1041	
1047	
1051	
1057	
1061	
1067	
1071	
1077	
1081	
1087	
1091	
1097	
1101	
1107	
1111	
1117	
1121	
1127	
1131	
1137	
1141	
1147	
1151	
1157	
1161	
1167	
1171	
1177	
1181	
1187	
1191	
1197	
1201	
1207	
1211	
1217	
1221	
1227	
1231	
1237	
1241	
1247	
1251	
1257	
1261	
1267	
1271	
1277	
1281	
1287	
1291	
1297	
1301	
1307	
1311	
1317	
1321	
1327	
1331	
1337	
1341	
1347	
1351	
1357	
1361	
1367	
1371	
1377	
1381	
1387	
1391	
1397	
1401	
1407	
1411	
1417	
1421	
1427	
1431	
1437	
1441	
1447	
1451	
1457	
1461	
1467	
1471	
1477	
1481	
1487	
1491	
1497	
1501	
1507	
1511	
1517	
1521	
1527	
1531	
1537	
1541	
1547	
1551	
1557	
1561	
1567	
1571	
1577	
1581	
1587	
1591	
1597	
1601	
1607	
1611	
1617	
1621	
1627	
1631	
1637	
1641	
1647	
1651	
1657	
1661	
1667	
1671	
1677	
1681	
1687	
1691	
1697	
1701	
1707	
1711	
1717	
1721	
1727	
1731	
1737	
1741	
1747	
1751	
1757	
1761	
1767	
1771	
1777	
1781	
1787	
1791	
1797	
1801	
1807	
1811	
1817	
1821	
1827	
1831	
1837	
1841	
1847	
1851	
1857	
1861	
1867	
1871	
1877	
1881	
1887	
1891	
1897	
1901	
1907	
1911	
1917	
1921	
1927	
1931	
1937	
1941	
1947	
1951	
1957	
1961	
1967	
1971	
1977	
1981	
1987	
1991	
1997	
2001	
2007	
2011	
2017	
2021	
2027	
2031	
2037	
2041	
2047	
2051	
2057	
2061	
2067	
2071	
2077	
2081	
2087	
2091	
2097	
2101	
2107	
2111	
2117	
2121	
2127	
2131	
2137	
2141	
2147	
2151	
2157	
2161	
2167	
2171	
2177	
2181	
2187	
2191	
2197	
2201	
2207	
2211	
2217	
2221	
2227	
2231	
2237	
2241	
2247	
2251	
2257	
2261	
2267	
2271	
2277	
2281	
2287	
2291	
2297	
2301	
2307	
2311	
2317	
2321	
2327	
2331	
2337	
2341	
2347	
2351	
2357	
2361	
2367	
2371	
2377	
2381	
2387	
2391	
2397	
2401	
2407	
2411	
2417	
2421	
2427	
2431	
2437	
2441	
2447	
2451	
2457	
2461	
2467	
2471	
2477	
2481	
2487	
2491	
2497	
2501	
2507	
2511	
2517	
2521	
2527	
2531	
2537	
2541	
2547	
2551	
2557	
2561	
2567	
2571	
2577	
2581	
2587	
2591	
2597	
2601	
2607	
2611	
2617	
2621	
2627	
2631	
2637	
2641	
2647	
2651	
2657	
2661	
2667	
2671	
2677	
2681	
2687	
2691	
2697	
2701	
2707	
2711	
2717	
2721	
2727	
2731	
2737	
2741	
2747	
2751	
2757	
2761	
2767	
2771	
2777	
2781	
2787	
2791	
2797	
2801	
2807	
2811	
2817	
2821	
2827	
2831	
2837	
2841	
2847	
2851	
2857	
2861	
2867	
2871	
2877	
2881	
2887	
2891	
2897	
2901	
2907	
2911	
2917	
2921	
2927	
2931	
2937	
2941	
2947	
2951	
2957	
2961	
2967	
2971	
2977	
2981	
2987	
2991	
2997	
3001	
3007	
3011	
3017	
3021	
3027	
3031	
3037	
3041	
3047	
3051	
3057	
3061	
3067	
3071	
3077	
3081	
3087	
3091	
3097	
3101	
3107	
3111	
3117	
3121	
3127	
3131	
3137	
3141	
3147	
3151	
3157	
3161	
3167	
3171	
3177	
3181	
3187	
3191	
3197	
3201	
3207	
3211	
3217	
3221	
3227	
3231	
3237	
3241	
3247	
3251	
3257	
3261	
3267	
3271	
3277	
3281	
3287	
3291	
3297	
3301	
3307	
3311	
3317	
3321	
3327	
3331	
3337	
3341	
3347	
3351	
3357	
3361	
3367	
3371	
3377	
3381	
3387	
3391	
3397	
3401	
3407	
3411	
3417	
3421	
3427	
3431	

ние в решении, но не достигшее значимого уровня ($t(63) = -1,821, p = 0,07$). Таким образом, ни одна модификация, где требовалось понимание идеи вероятности независимых событий по типу «с одним объектом», не имела эффекта.

Результаты показали, что модификация «Осадки в Лондоне» привела к значимому улучшению в успешности решения оригинального задания со сгруппированной диаграммой «Налог на выбросы углекислого газа» ($t(62) = -3,074, p \leq 0,00$). Эта же модификация была единственная, где использовалась обычная, а не сгруппированная диаграмма. Модификация «Налог на выброс газа-2», где текст задания был сведен до минимума, произвела негативный эффект ($2\%, p \leq 0,001$). Модификация «Бригада рабочих» не привела к значимым изменениям в успешности решения ($t(59) = 0,389, p = 0,69$). Таким образом, только замена сгруппированной диаграммы на простую, позволила улучшить выполнение задания.

Эффект трудностей, связанных с общими когнитивными навыками, проследим отдельно.

Объемный текст присутствовал в трех оригинальных заданиях: «Вращающаяся дверь», «Налог на выбросы углекислого газа» и «Лотерея». Одна из модификаций первой задачи, «Вращающаяся дверь-2», содержала тот же объем чтения, что и оригинальная, но решалась значимо легче. Модификация ко второй задаче, «Налог на выбросы углекислого газа», содержала минимальный объем чтения, но решалась даже труднее, оригинальной. Модификация к третьей задаче, «Игральный кубик»,

тоже содержала минимальный объем чтения, и была не легче оригинальной.

Эффект комплексности текста задачи «Вращающаяся дверь» не проявился себя в модификации «Вращающаяся дверь-2», где при той же комплексности задание было значимо легче.

Незнакомый формат вопроса содержало оригинальное задание «Соус». Все ее модификации имели знакомый для детей формат вопроса, но ни одна не была легче оригинальной (некоторые стали даже труднее).

Малознакомый сюжет использовался в задачах «Налог на выбросы углекислого газа» и «Лотерея». Модификация к первой задаче, «Бригада рабочих» содержала знакомый сюжет, но не стала легче. Модификация ко второй задаче «Устный экзамен» также содержала знакомый детям сюжет. Ее трудность видимо уменьшилась, но не достигла порога статистической значимости.

Пространственное воображение требовалось для решения задачи «Вращающаяся дверь». Обе ее модификации, где это требование исключалось или существенно уменьшалось были легче.

В общем следует признать, что в основном мы не обнаружили каких-либо негативных эффектов от характеристик заданий, связанных с общими когнитивными навыками, за исключением требования к пространственному воображению.

Обсуждение

В нашем исследовании мы руководствовались вопросом о том, какие особенности некоторых заданий PISA де-

делают их трудными для российских школьников, но не для их сверстников из стран ОЭСР, и как эти особенности связаны с национальной школьной программой по математике для основной школы. В отличие от предшествующих работ этого направления, где изучались корреляционные связи между особенностями программы обучения и результатами PISA и анализировалась крупными единицами учебной программы (например, текстовые задачи, задания с открытым ответом, задания по геометрии и пр.), наше исследование является экспериментальной проверкой эффектов отдельных элементов заданий и выводит на специфические детали национального учебного плана. Такой подход, на наш взгляд, имеет преимущества с точки зрения практических выводов для формирования образовательной политики в стране. Он открывает доступ к причинам трудностей, а не к связанным с этой трудностью факторам. Более того, в этом подходе причины могут быть описаны через элементы программы школьного обучения, т. е. как подконтрольные учителям, методистам и людям, определяющим образовательную политику.

Трудности выполнения отобранных заданий могли относиться или к общим когнитивным умениям (работа с большими по объему текстом, комплексным тестом, с незнакомым форматом вопроса и малознакомым сюжетом, пространственное воображение), или к так называемым «дидактическим единицам» учебной программы (вероятность независимых событий, сгруппированные диаграммы и диаграммы с

несколькими категориями, пропорции, построение математической модели к текстовым задачам). Мы выяснили, что общие умения, такие как чтение объемных текстовых заданий, работа с малознакомым сюжетом или форматом задания, не делает задание более трудным для российских школьников, чем для их сверстников в странах ОЭСР. Единственное общее умение, недостаток которого приводил к особому росту трудности задания для российских школьников, это пространственное воображение.

Относительно «дидактических единиц», то, как было показано в некоторых работах (Schmidt, Zoido, 2014), их доступность ученикам, т. е. наличие их в учебной программе и затрачиваемое на них учебное время, значимо связано с результатами выполнения PISA. Целесообразно теперь проследить, как представлены темы, являющиеся главными причинами затруднений, в национальной учебной программе по математике, и, в частности, в учебниках.

Наши результаты подтверждают трудность работы со сгруппированной диаграммой, пропорциями и вероятностью независимых событий. Обратимся к тому, как представлены эти темы для школьников в курсе обучения.

Тема «Диаграммы» изучается в курсе математики в 5–6-м классах (по-разному в зависимости от учебно-методического комплекта: единым блоком «Таблицы и диаграммы» либо просто «Диаграммы» или один вид диаграмм (например, круговые) рассматривается в 5-м классе, другой (столбчатые) – в 6-м классе. В любом случае эта тема являет-

ся одной из традиционно «легких» или «развлекательных» тем школьного курса математики, да и возраст детей (5–6 класс) не располагает к решению достаточно серьезных, комплексных задач, связанных с диаграммами. Эта тема является «тупиковой», т. е. в дальнейшем курсе математики она не получает своего развития, не вписывается ни в одну содержательно-методическую линию, которая развивается в течение всей школьной программы, как, например, другие линии: функционально-графическая, уравнения и неравенства, вычисления и преобразования, геометрия. Таким образом, после 5–6-го класса учащиеся, как правило, больше не имеют дела с диаграммами в курсе математики, вплоть до подготовки к итоговой государственной аттестации в 9 и 11-х классах, так как элементарные задания, связанные с анализом данных диаграммы, присутствуют в контрольно-измерительных материалах.

Тема «Отношения и пропорции» изучается в 6-м классе. Прием составления пропорции для величин, имеющих прямую или обратную пропорциональную зависимость, используется во многих прикладных задачах, например, в курсе химии 7–9-х классов. Поэтому умение составлять и решать пропорции является востребованным в основной школе как в курсе математики, так и при изучении других учебных дисциплин. Однако в большинстве задач используется лишь одна пара пропорциональных величин. Кроме того, чаще всего в формулировке текстовых задач школьной программы используется только текст или текст + рисунок (чертеж, гра-

фик), а не текст и таблица (если это не тема, связанная с таблицами). Поэтому использование пропорциональной зависимости нескольких компонентов одного рецепта в сочетании с табличным представлением данных в формулировке задачи (как в оригинальном задании, приведенном выше), вполне закономерно могут вызвать трудности у российских учащихся.

Раздел «Элементы теории вероятностей и статистики» появился в школьной программе в 2004 г. И только с 2011 г. задания на проверку соответствующих предметных умений были включены в содержание итоговой государственной аттестации сначала 9-го, а потом 11-го классов. Поэтому, можно сказать, что данный раздел является пока новым для российского математического образования. Авторы школьных учебников стали писать дополнения к уже изданным учебно-методическим комплектам, включая элементы комбинаторики, теории вероятностей и статистики в школьный курс математики. Затем стали переиздаваться учебно-методические комплекты, дополненные данным разделом. Причем в разных учебниках этот материал имеет различное содержание, место и объем в соответствии с точкой зрения авторов. Из-за рассогласованности и вариативности учебных комплектов в последние годы нередко получаются ситуации, когда дети изучали эту тему фрагментарно, бессистемно и(или) только в рамках подготовки к итоговой аттестации. Вероятность независимых событий могла, например, разными учащимися изучаться как в 7-м, так в 9-м или даже 11-м классе, но

в любом случае это был очень ограниченный по объему и затрачиваемому на него времени материал.

Для учителей преподавание этого раздела, естественно, является определенной методической проблемой, которая отчасти не нашла своего решения до сих пор. Ведь для эффективного обучения учащихся данному материалу необходимо: а) пройти соответствующие курсы повышения квалификации; б) иметь адекватное учебно-методическое обеспечение; в) сформировать собственный методический опыт постепенного развертывания вероятностно-статистической линии с 5-го по 11-й класс. По каждому из этих пунктов имеются определенные проблемы организационного, личностного, методического характера, что отражается на качестве подготовки учащихся в рамках рассматриваемой дидактической единицы.

Таким образом, можно проследить взаимосвязь затруднений, испытываемых российскими учащимися при выполнении рассмотренных заданий со спецификой учебных стандартов и программ.

Отменяют ли эти обнаруженные «узкие» дефициты в умениях российских школьников, дефициты более широкие, и более привычные, для общественной риторики? По нашим данным некоторые из них (например, умение работать с объемным и малознакомым текстом) не оказывают затрудняющего влияния, большего, чем это есть для зарубежных школьников. Другие, например, пространственное воображение, действительно делали задачу труднее, чем она есть для среднего школьника из стран ОЭСР. Кроме того, пока нам доступ-

ны только открытые задания PISA, мы очень ограничены в перечне причин, которые делают одни и те же задания существенно более трудными для России, так что указанные причины – ни в коем случае не окончательные. Однако, даже если этот список и сильно ограничен, его составляющие, тем не менее, были эмпирически проверены. Так что одним из итогов нашей работы является демонстрация продуктивности такого подхода, когда мнения экспертного сообщества становится предметом эмпирической проверки.

Литература

1. Агранович М.Л., Ковалева Г.С., Поливанова К.Н., Фатеева А.В. Российское образование в контексте международных индикаторов. Аналитический доклад. М.: ИФ «Сентябрь», 2009.
2. Каспржак А., Митрофанов К., Поливанова К. Новый взгляд на грамотность. По результатам международного исследования PISA-2000. М.: Логос, 2004.
3. Макарычев Ю.Н., Миндюк Н.Г., Нешков К.И., Феоктистов И.Е. Алгебра. 8 класс: Учебник для учащихся общеобразовательных учреждений. М.: Мнемозина, 2010.
4. Центр оценки качества образования. Основные результаты международного тестирования PISA-2012. [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.centeroko.ru/pisa12/pisa12_pub.htm (дата обращения 05.01.2015).
5. Breakspear S. The Policy Impact of PISA: An Exploration of the Normative Effects of International Benchmarking in

- School System Performance, OECD Education Working Papers. 2012. № 71, OECD Publishing, Paris. DOI: <http://dx.doi.org/10.1787/5k9fdfqffr28-en>
6. Figazzolo L. Impact of PISA 2006 on the education policy debate. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://download.ei-ie.org/docs/IRISDocuments/Research%20Website%20Documents/2009-00036-01-E.pdf> (дата обращения 28.01.2015).
 7. Grisay A., Monseur C. Measuring the equivalence of item difficulty in the various versions of an international test. *Studies in Educational Evaluation*. 2007. 33.
 8. Huang X., Wilson M., Wang L. Exploring plausible causes of differential item functioning in the PISA science assessment: language, curriculum or culture, *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology*, DOI: 10.1080/01443410.2014.946890
 9. Labaree D. Let's Measure What No One Teaches: PISA, NCLB, and the Shrinking Aims of Education. 2013 [Электронный ресурс] // Режим доступа: https://web.stanford.edu/~dlabaree/publication2013/Let's_Measure.pdf (дата обращения 20.12.2014).
 10. Lavy V. Do Differences in Schools' Instruction Time Explain International Achievement Gaps? Evidence from Developed and Developing Countries. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://www.nber.org/papers/w16227> (дата обращения 23.02.2015).
 11. Marx A.E., Stanat P. Reading comprehension of immigrant students in Germany: research evidence on determinants and target points for intervention. *Reading and Writing* 2012; 25: 1929.
 12. Neidorf T.S., Binkley M., Gattis K., Nohara D. Comparing Mathematics Content in the National Assessment of Educational Progress (NAEP), Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS), and Program for International Student Assessment (PISA) 2003 Assessments (NCES 2006-029). U.S. Department of Education. Washington, DC: National Center for Education Statistics. [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://nces.ed.gov/pubsearch> (дата обращения 10.01.2015).
 13. OECD (2013), PISA 2012 Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy, OECD Publishing [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264190511-en>
 14. Roe A., Taube K. How Can Reading Abilities Explain Differences in Math Performance? В кн.: *Northern Lights on PISA 2003: A Reflection from the Nordic Countries*. Копенгаген, 2006.
 15. Schmidt W., Zoido P., Cogan L. Schooling Matters: Opportunity to Learn in PISA 2012, OECD Education Working Papers, No. 95, OECD Publishing [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://dx.doi.org/10.1787/5k3v0hldmchl-en>
 16. Solano-Flores G., Contreras-Niño A., Backhoff E. The Measurement of Translation Error in PISA-2006 Items: An Application of the Theory of Test Translation Error. В кн.: *Research on PISA. Research Outcomes of the PISA Research Conference, 2009*.
 17. Xie Y., Wilson M. Investigating DIF and extensions using an LLTM approach and also an individual differences approach: An international testing context. *Psychology Science Quarterly*, 50.

A Psychological Theory of Modern Education

Tyumeneva Ju., *Candidate of Psychological sciences, senior researcher, associate professor in Higher School of Economics, Institute of Education / jutu@yandex.ru*

Aleksandrova E., *Master of psychology, junior research fellow in Higher School of Economics, Institute of Education / ae177@yandex.ru*

Shashkina M., *Candidate of Pedagogical Sciences, associate professor of the Department of Mathematical Analysis at the Krasnoyarsk State Pedagogical University n.a. V.P. Astafiev / m_shashkina@bk.ru*

Why are particular PISA items turn out more difficult for Russian schoolchildren than for foreign pupils of the same age: an experimental study

Factors connected to the results of PISA on the national level are rather well examined by now. But they are often described too generally and in correlation paradigm only and it is difficult to use the results of such studies in real educational policy. We shifted the accent from explanation of Russian students' low results in PISA to higher difficulty of several PISA items for Russian students in comparison with students in other countries. When the question was put this way, specific flaws in skills and knowledge of Russian students came in front and became the focus of an experimental study. The results showed that higher difficulty of such items is caused mainly by their elements demanding specific subject knowledge. At the same time the elements that demand only more general cognitive skills in most cases do not cause increase of difficulty. The results show that widespread explanation of PISA results by suggestion that Russian schoolchildren have more problems with complex cognitive skills development in comparison with students in Western countries should be reconsidered.

Key words: *PISA, math teaching program, subject knowledge and skills, complex cognitive skills, experiment.*