

ОСОБЕННОСТИ ШКОЛЬНОГО ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ В РАКУРСЕ МЕЖДУНАРОДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ TIMSS И PISA

Пентин А.Ю., Ковалёва Г.С., Давыдова Е.И., Смирнова Е.С.

*Институт стратегии развития образования
Российской академии образования*

Международные исследования TIMSS и PISA, в которых наряду с другими направлениями оценивается качество школьного естественнонаучного образования, проводятся с разной периодичностью (соответственно, раз в 4 и раз в 3 года), однако в 2015 г. их циклы совпали. Одновременность проведения этих исследований делает особенно интересным сравнение их результатов. В отношении российских школьников сразу же бросается в глаза удивительная особенность, которая состоит в очень большой разнице между их результатами в TIMSS (8 класс) и PISA (15-летние учащиеся, в основном, 9-классники). В самом деле, если в TIMSS-2015 российские школьники занимают достаточно высокое 7 место с баллом, значительно превышающим среднее международное значение [1], то в PISA-2015 Россия располагается в четвёртом десятке стран с баллом ниже среднего международного [2, 3]. Примерно та же картина наблюдалась и в предыдущих циклах обоих исследований, а возможные причины такого разброса результатов в обсуждаются, например, в работах [4] (сравниваются PISA-2003 и TIMSS-2003) и [5] (сравниваются PISA-2006 и TIMSS-2007).

Различие результатов России в TIMSS и PISA покажется тем более интересным, если для сравнения рассмотреть только ту группу стран

(их 28), которые в 2015 г. участвовали в обоих исследованиях. Если расположить их в таблице в соответствии с методикой, предложенной в работе [6], то обнаружится следующая картина (см. табл. 1).

Таблица 1

Показатели по естествознанию стран, принявших участие в PISA-2015 TIMSS-2015 (8 класс)

№	Страна	Балл в PISA	Рейтинг в PISA	Балл в TIMSS	Рейтинг в TIMSS	Разность рейтингов
1	Канада	528	4	526	12	8
2	Новая Зеландия	513	7	513	15	8
3	Австралия	510	9	512	16	5
4	Норвегия	498	12	509	17	5
5	Чили	447	21	454	25	4
6	Италия	481	16	499	19	3
7	Гонконг	523	5	546	6	1
8	Мальта	465	20	481	21	1
9	Сингапур	556	1	597	1	0
10	Япония	538	2	571	2	0
11	Тайвань	532	3	569	3	0
12	ОАЭ	437	22	477	22	0
13	Таиланд	421	24	456	24	0
14	Грузия	411	26	443	26	0
15	Иордания	409	27	426	27	0
16	Ливан	386	28	398	28	0
17	Швеция	493	14	522	13	-1
18	Израиль	467	19	507	18	-1
19	Республика Корея	516	6	556	4	-2
20	Великобритания	509	10	537 (Англия)	8	-2
21	Ирландия	503	11	530	9	-2
22	Катар	418	25	457	23	-2

№	Страна	Балл в PISA	Рейтинг в PISA	Балл в TIMSS	Рейтинг в TIMSS	Разность рейтингов
23	Словения	513	8	551	5	-3
24	США	496	13	530	10	-3
25	Турция	425	23	493	20	-3
26	Литва	475	18	519	14	-4
27	Венгрия	477	17	527	11	-6
28	Российская Федерация	487	15	544	7	-8

Поясним, что значения рейтингов в табл. 1 определяются относительным положением именно этих 28 стран в обоих исследованиях, а порядок следования стран в таблице выбран в соответствии с разницей между их местами в PISA и TIMSS: от самой большой в пользу PISA до самой большой в пользу TIMSS. Из таблицы следует, что большинство стран имеют близкие результаты в обоих исследованиях, причём на самой вершине рейтинга и в PISA и в TIMSS находятся Сингапур, Япония и Тайвань. А вот Россия, Канада и Новая Зеландия – это страны с наибольшей разницей между результатами. Отличие, однако, состоит в том, что у Канады и Новой Зеландии баллы в PISA намного выше, чем в TIMSS, а у России, наоборот, баллы в TIMSS гораздо выше, чем в PISA.

Обнаруженные особенности заставляют сформулировать вопрос:

Каковы причины столь большого различия между результатами российских школьников по естествознанию в исследованиях TIMSS и PISA и какие особенности естественнонаучного образования в российской школе выявляются благодаря этому различию?

Мало вероятно, что причина кроется в возрастной разнице в год-полтора и резком падении уровня естественнонаучного образования при переходе из 8 в 9 класс, хотя и такая гипотеза нуждается в проверке. Однако всё же более правдоподобным кажется объяснение, говорящее о серьёзном отличии целей, и соответственно измерителей, TIMSS и PISA, а главное в том, что это отличие оказалось

критическим для «поляризации» достоинств и недостатков школьного естественнонаучного образования в России.

Сравнение подходов и соответственно результатов стран в этих исследованиях проводилось в ряде работ [например, 5—10], правда, большинство из них основывались на анализе результатов учащихся по математике. Цели исследования TIMSS можно определить как оценку знаний и умений, полученных при изучении математики и естественнонаучных предметов в школе [1]. Иначе говоря, в TIMSS изучается и оценивается, как учащиеся осваивают учебные программы по математике и естественным наукам с точки зрения некоторых международных требований, согласованных между странами. Цель PISA в применении к естествознанию формулируется иначе: исследуется и оценивается *естественнонаучная грамотность* учащихся. В материалах PISA (например, [2, 3]) имеется определение естественнонаучной грамотности, включающее три основные компетенции:

- научное объяснение явлений;
- применение методов естественнонаучного исследования;
- интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов.

Но не менее важный аспект, также отраженный в определении, состоит в том, что эти компетенции нужны человеку для того, чтобы в качестве активного гражданина интересоваться естественнонаучными идеями и участвовать в обсуждении вопросов, связанных с естественными науками и технологиями [2]. Таким образом, критерии PISA нацелены на то, чтобы оценить, насколько успешно компетенции естественнонаучной грамотности применяются к реальным проблемам и ситуациям, которые имеют актуальный характер, но, как правило, не рассматриваются в учебных программах естественнонаучных предметов.

Именно эти особенности определяют различия между заданиями (измерителями) TIMSS и PISA. С точки зрения содержания задания TIMSS для 8 класса классифицируются по чёткому предметному

принципу, тогда как задания PISA – по содержательным областям, не совсем совпадающим с границами учебных предметов. Они определяются как системы – живые, физические, космические. Однако здесь всё же можно увидеть достаточно близкое соответствие между «биологией» (TIMSS) и «живыми системами» (PISA), «химией» и «физикой» (TIMSS) и «физическими системами» (PISA), «географией» (TIMSS) и «Землёй и космическими системами» (PISA).

Результаты российских школьников в обоих исследованиях по предметам и содержательным областям показаны на рис. 1 [11, 3].

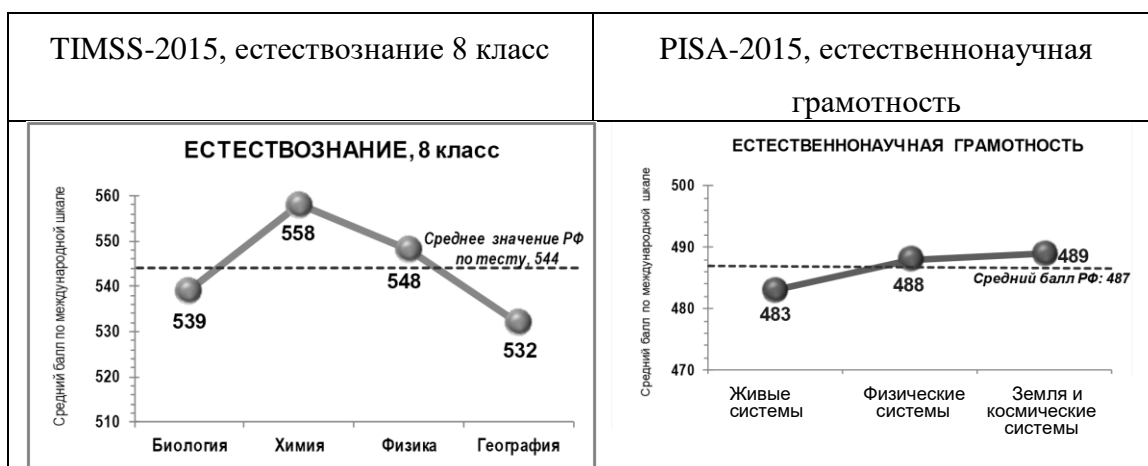


Рис. 1. Результаты российских школьников в исследованиях TIMSS и PISA по предметам и содержательным областям в 2015 г.

Пожалуй, единственной общей чертой этих результатов является отстающее положение биологии (живых систем) по сравнению со средним баллом российских школьников по всему тесту. При этом вклад результата по биологии в средний балл очень заметный, поскольку именно этот предмет в наибольшей степени представлен в заданиях обоих исследований: в TIMSS 36% заданий имеют биологическое содержание, в PISA 40% заданий относится к живым системам. Стоит отметить, что в современной российской школе на уровне основного общего образования (5—9 классы) из трёх естественнонаучных предметов (физика, химия, биология) только биология изучается на протяжении всех лет обучения и именно на этот предмет в сумме отводится наибольшее число часов по

сравнению с физикой и химией. Эффект от этого, как видим, скорее отрицательный.

По видам деятельности сравнить тесты TIMSS и PISA гораздо труднее. Здесь задания обоих исследований классифицируются по существенно разным основаниям. В TIMSS виды деятельности объединены в группы «Знание» (воспроизведение фактических знаний и их применение в стандартных учебных ситуациях), «Применение» (применение знаний в более сложных ситуациях) и «Рассуждение» (объяснение явлений или описание наблюдений и опытов). В PISA в качестве видов деятельности выступают «научное объяснение явлений», «применение методов естественнонаучного исследования», «интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов». Результаты российских школьников в обоих исследованиях по видам деятельности показаны на рис. 2[11, 3].

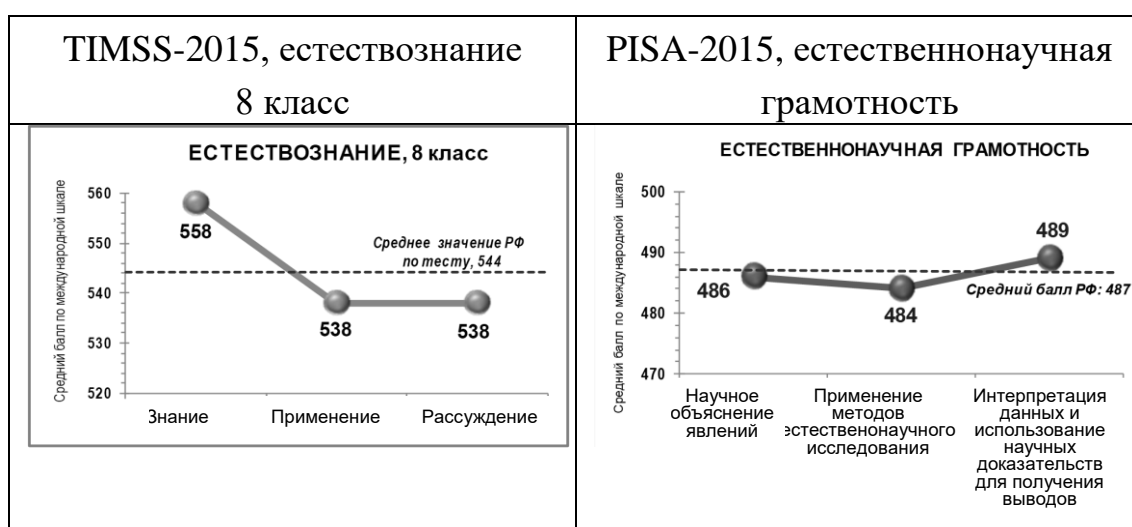


Рис. 2. Результаты российских школьников в исследованиях TIMSS и PISA по видам деятельности в 2015 г.

Для того чтобы всё-таки установить какое-то соответствие между тестами TIMSS и PISA, мы проанализировали задания TIMSS в «координатах» видов деятельности, используемых в PISA. К виду деятельности «научное объяснение явлений» условно можно отнести примерно 45% заданий TIMSS (в самом исследовании PISA 48% таких заданий), к «применению методов естественнонаучного

исследования» – примерно 5% заданий TIMSS (в PISA 21%), к «интерпретации данных и использованию научных доказательств для получения выводов» – примерно 9% заданий TIMSS (в PISA 31%). Остальные, примерно 40% заданий TIMSS вообще не укладываются в классификацию PISA по видам деятельности. Большинство из этих 40% – это задания так называемого репродуктивного типа, когда для ответа на поставленный вопрос ученику нужно только воспроизвести соответствующий элемент содержания естественнонаучного курса. Например, это может быть задание, в котором животное с описанными признаками надо отнести к одной из четырёх таксономических групп, предлагаемых на выбор. Или вопрос о том, каким видом энергии обладает сжатая пружина, причём вновь надо выбрать правильный вариант из четырёх предложенных вариантов ответа. Подробный анализ заданий TIMSS проведен в работе [12].

Обратная процедура, то есть анализ заданий PISA в «координатах» видов деятельности TIMSS, приводит к намного более простому выводу: практически все задания PISA можно отнести к виду деятельности «Рассуждение» (хотя различие этого вида деятельности с «Применением» часто выглядит очень условным). К такому же выводу пришли в работе [6], где сравнивались подходы двух исследований к оцениванию учебных достижений по математике.

Таким образом, по оцениваемым видам деятельности и соответствующим когнитивным умениям тесты двух исследований перекрываются лишь частично, примерно на 60%, если смотреть с позиций PISA. Но даже не этот фактор, по-видимому, определяет главное различие между заданиями TIMSS и PISA. Сравнение тестов обоих исследований позволяет выделить ещё ряд параметров, по которым эти задания отличаются друг от друга. Для понимания особенностей и самого формата заданий TIMSS 2015 и PISA 2015 некоторые примеры из тестов этих исследований приведены в Приложении. Основные различия между заданиями TIMSS и PISA обобщены в таблице 2.

Таблица 2

*Основные различия между заданиями по естествознанию
в исследованиях TIMSS и PISA*

	TIMSS	PISA
1	Обычно предлагается стандартная, формализованная ситуация	Как правило, предлагается новая, незнакомая, но реальная ситуация
2	Объём информации, которую требуется переработать для ответа на поставленный вопрос, небольшой и, как правило, легко укладывается в привычный формат «дано»	Объём информации, которую требуется переработать для ответа на поставленные вопросы, значителен, причём часто эта информация скорее напоминает научный (научно-популярный) текст, чем условие типичной школьной задачи
3	Задания имеют «изолированный» характер и включают один или два вопроса	Задания сгруппированы по тематическим блокам, большинство которых включает от 3 до 5 заданий. Внутри блока от задания к заданию имеется некоторое развитие «сюжета»
4	Мало заданий (5%), требующих применения методов естественнонаучного исследования	Пятая часть заданий (21%) направлена на оценивание компетенции «применение методов естественнонаучного исследования»
5	Очень мало заданий, предполагающих анализ графических или табличных данных, причём графики имеют идеальный вид, а не построены по экспериментальным точкам	В ряде заданий приходится иметь дело с реальными научными данными, которые представлены в виде графиков, таблиц или диаграмм
6	Очень мало заданий, затрагивающих проблемы окружающей среды (экологии)	Более трети заданий так или иначе затрагивает проблемы окружающей среды (экологии)

Естественно предположить, что в совокупности все эти отличия и определяют разность в результатах российских школьников в исследованиях TIMSS и PISA. Иначе говоря, именно выделенные особенности заданий PISA вызывают затруднения у российских учащихся. Объяснения этому могут быть различны. Одно из

предположений состоит в том, что эти проблемы связаны с недостаточным уровнем квалификации учителей. Однако в исследовании [9] показано, что даже на результаты российских учащихся по математике в исследовании TIMSS уровень квалификации учителей оказывает незначительное влияние, хотя содержание тестов TIMSS как раз вполне соответствует российским требованиям. Что же касается PISA, то по утверждению авторов работы [9] ряду умений (понимание и интерпретация текста, построение математической модели реальной ситуации), необходимых для решения математических задач этого исследования, вообще не обучают в российских школах. Тем самым результаты в PISA нельзя рассматривать как показатель квалификации российских учителей, поскольку формирование этих умений фактически не входит в число их квалификационных требований.

Вероятно, те же утверждения можно перенести и на естественнонаучные предметы. В работе [13] обсуждаются направления подготовки учителей, в результате которой процесс формирования естественнонаучной грамотности учащихся мог бы идти более успешно. В работе [14] выделен ряд факторов, которые могли бы влиять на результаты PISA, и одним из самых важных среди них являются используемые практики обучения. В частности, те практики, которые основаны на активной роли учащегося, могут быть более результативны для PISA, чем практики с доминирующей ролью учителя. Но именно последние практики пока гораздо шире распространены в российской школе. К этому добавляется тот факт, что тем аспектам, которые характеризуют задания PISA (правый столбец таблицы 2), пока не уделяется достаточного внимания в российских программах, учебниках и контрольно-измерительных материалах государственной аттестации по естественнонаучным предметам. Зато то, что отличает задания TIMSS (левый столбец табл. 2), характерно для содержания российского естественнонаучного образования, успешность освоения которого в конечном счёте и определяет эффективность работы учителя.

Необходимо подчеркнуть, что особенности заданий PISA важны не столько сами по себе, сколько как конкретные индикаторы ориентации естественнонаучного образования на формирование естественнонаучной грамотности. При этом понимание целей и планируемых результатов естественнонаучного образования, которые отражаются в исследованиях TIMSS и PISA, вовсе не обязательно противопоставлять друг другу. Результаты таких стран, как Сингапур, Япония и Тайвань, показывают, что можно быть одинаково успешными и в условно «прикладном» направлении, демонстрируемом PISA, и в условно «фундаментальном», демонстрируемом TIMSS.

Анализируя похожие результаты по математике в обоих исследованиях, авторы работы [6] делают вывод, что «математика в школах стран Юго-Восточной Азии в основном преподаётся как “чистая” математика, но в то же время там уделяется некоторое внимание и “прикладной” математике». И далее там же: «Наш анализ и сравнение TIMSS и PISA подтверждает, что для того чтобы преуспевать в “математике для жизни”, учащимся необходимо владеть базовыми знаниями и умениями в “чистой математике” ... Это указывает на важность того, чтобы в школьных программах математическая грамотность не рассматривалась как альтернатива чистой математике. Достаточно высокий уровень компетенции в области чистой математики, по-видимому, необходим для овладения прикладной математикой. С другой стороны, если уделяется слишком мало внимания самой прикладной математике, т.е. перенесению математики на реальную жизнь, то вряд ли учащиеся овладеют тем видом компетенции, которую мы называем математической грамотностью» [6]. Предлагаем здесь лишь заменить “математику” на “естественные науки” и оставить тем же самым смысл высказывания.

Возвращаясь к результатам российских школьников в исследовании PISA, можно заключить, что корень их затруднений, по всей видимости, состоит в том, что:

ученикам (да и учителям) мало знакома сама постановка вопроса о применении естественнонаучных знаний и умений к решению задач, имеющих реальный жизненный контекст.

Отсюда, в частности, вытекает и почти всё, что перечислено в качестве особенностей заданий PISA в правом столбце таблицы 2:

✓ реальная ситуация нуждается в достаточно подробном описании, что влечёт за собой необходимость осмысления и переработки соответствующей информации;

✓ проблема, которую содержит ситуация, как правило, распадается на ряд последовательных задач, или подзадач, чему соответствует группирование заданий PISA в тематические блоки;

✓ реальная проблема часто нуждается в исследовательском отношении, анализе и интерпретации реальных данных;

✓ реальные ситуации, имеющие актуальный смысл для всех членов общества, включая учащихся, часто связаны с проблемами окружающей среды и здоровьем человека (содержательная область «живые системы»).

Надо отметить, что по двум другим направлениям PISA – математической и читательской грамотности – ситуация в российском образовании очень динамично меняется в лучшую сторону. В математике, например, Россия, сохраняя высокие позиции в TIMSS (6 место в рейтинге), т.е. в “чистой математике”, на протяжении двух последних циклов PISA (с 2009 по 2015 г.) добилась очень существенного прогресса в “прикладной математике”, или в математической грамотности. Это, как и улучшение результатов в читательской грамотности, иногда связывают с введением нового образовательного стандарта. Действительно, требования к образовательным результатам, сформулированные в ФГОС основного общего образования, часто перекликаются с компетенциями, которые оцениваются в PISA. Однако это в равной мере относится и к естественнонаучным предметам, где прогресса в PISA по естественнонаучной грамотности не наблюдается. Возможно, проблема здесь в разобщенности представителей разных

естественнонаучных предметов и отсутствии у них единого представления о современных задачах школьного естественнонаучного образования.

Выводы

Анализ результатов российских школьников (8—9 классы) по естествознанию в международных исследованиях TIMSS и PISA в 2015 г. показывает, что содержание и методика школьного естественнонаучного образования в России в целом соответствуют мировым тенденциям в этой области.

В то же время российский подход к изучению естественнонаучных предметов имеет ту особенность (вероятно, исторически сложившуюся), что он больше ориентирован на воспроизведение знаний, а не на их применение или освоение способов действий, присущих естественным наукам: исследовательских действий и научной аргументации. Если в исследовании TIMSS это выражается в более низких результатах при выполнении заданий, требующих рассуждений и применения знаний, в сравнении с результатами по заданиям на воспроизведение знаний, то в PISA эта «особенность» проявляется уже как болевая точка, свидетельствующая о недостаточном уровне естественнонаучной грамотности 15-летних российских учащихся.

Надо отметить, что в последнее время в России предпринимаются действия по разработке методик преподавания естественнонаучных предметов (в первую очередь, физики), ориентированных на формирование естественнонаучной грамотности [15—18], а само это понятие должно стать одним из центральных в готовящихся концепциях содержания и методов преподавания естественнонаучных предметов.

Результаты международных исследований также косвенно свидетельствуют в пользу необходимости непрерывного построения системы школьного естественнонаучного образования. В большинстве развитых стран мира естествознание – в виде

интегрированного курса или набора систематических дисциплин – в обязательном порядке изучается, как правило, с первых классов начальной школы до конца основной школы. Причём на протяжении всего этого времени в содержании естественнонаучного образования постоянно представлены элементы всех естественнонаучных дисциплин: физики, химии, биологии, географии. В этом отношении Российская Федерация явно оказалась в невыгодном положении. В соответствии с ФГОС основного общего образования в 5—6 классах среди естественнонаучных предметов, обязательных для изучения, отсутствует интегрированный предмет Природоведение (Естествознание), а есть лишь биология и география. Между тем, именно возраст 10—12 лет (что соответствует 5-6 классам) отличает повышенная любознательность, стремление исследовать природу, проводить и даже придумывать интересные эксперименты. Во всех странах в этом возрасте наиболее активно формируются первоначальные исследовательские умения, основы естественнонаучной грамотности и научного мировоззрения, причём делается это, как правило, в рамках интегрированного предмета «Естествознание» («Science»), аналог которого в течение многих лет присутствовал и в российской (советской) школе. Одночасовые курсы биологии и географии эту задачу полноценно решить не могут, поскольку в их рамках невозможно организовать достаточное количество кратких лабораторных исследований, демонстрирующих особенности естественнонаучного метода познания. Кроме того, двух-трёхлетний разрыв в полноценном естественнонаучном образовании (только с 7 класса в российской школе начинается изучение физики и с 8 класса – химии) приводит к утрате у многих учащихся интереса к естественным наукам, а также забыванию даже тех первоначальных естественнонаучных знаний и умений, которые осваивались ими в начальной школе в рамках предмета «Окружающий мир».

Один из основных выводов, который можно сделать по результатам международных исследований, состоит в том, что не имеет смысла противопоставлять богатые традиции российского

образования и современные тенденции в зарубежном образовании, так же как фундаментальные и прикладные знания. Об этом свидетельствует пример ряда стран Восточной Азии, которые демонстрируют успехи в естественнонаучном образовании по обоим направлениям. Это не должно удивлять, если допустить, что практико-ориентированный характер образования попросту означает, что фундаментальные (теоретические) знания используются для решения практических, а точнее реальных, задач. Тогда и для российского естественнонаучного образования проблема может иметь не такое уж сложное решение: необходимо обеспечить более высокое качество и более широкое разнообразие учебных задач, которые ставятся перед учащимися. Это не требует привлечения грандиозных ресурсов, но зато безусловного предполагает совершенствование практик обучения, привязанных к различным формам работы с новыми учебными задачами.

Статья выполнена в рамках проекта «Обновление содержания общего естественнонаучного образования и методов обучения естественнонаучным предметам в условиях современной информационной среды». Шифр проекта № 27.6122.2017/БЧ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Martin M. O., Mullis I. V. S., Foy P., & Hooper M. (2016). TIMSS 2015 International Results in Science.* Retrieved from Boston College, TIMSS & PIRLS International Study Center website: <http://timssandpirls.bc.edu/timss2015/international-results/>
2. PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy, 2016, OECD.
3. Основные результаты международного исследования PISA-2015 (2016) // Центр оценки качества образования ИСРО РАО. URL: www.centeroko.ru.
4. *Ковалёва Г.С. и др. (2006) Качество общего образования в российской школе: по результатам международных исследований / науч. ред. Г.С. Ковалёва. М.: Логос.*
5. *Поливанова К.Н. Образовательные результаты основной школы в контексте международных исследований // Психологическая наука и образование, 2015, Т. 20, № 4, с. 19—30.*
6. *Gronmo L. S., Olsen R. V. TIMSS versus PISA: The case of pure and applied mathematics // Paper presented at the 2nd EA International Research Conference,*

Washington, D C, 2006.

7. *Hutchison D., Schagen I.* Comparisons between PISA and TIMSS: Are we the man with two watches? In Loveless, T. (Ed.), *Lessons learned: What international assessments tell us about math achievement*. Washington, DC: Brookings, 2007, pp. 227—261.

8. *Тюменева Ю. А., Вальдман А. И., Карной М.* Что дают предметные знания для умения применять их в новом контексте. Первые результаты сравнительного анализа TIMSS-2011 и PISA-2012 // *Вопросы образования / Educational Studies Moscow*, 2014, №1, с. 8—24.

9. *Carnoy M., Khavenson T., Loyalka P., Schmidt W. H., Zakharov A.* Revisiting the Relationship Between International Assessment Outcomes and Educational Production: Evidence From a Longitudinal PISA-TIMSS Sample // *American Educational Research Journal*, 2016, Vol. 53, № 4, pp. 1054—1085.

10. *Klieme E.* TIMSS 2015 and PISA 2015. How are they related on the country level? DIPF Working Paper published online, December 12, 2016, Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung, 2016.

11. Результаты международного исследования TIMSS-2015 8 класс // Центр оценки качества образования ИСРО РАО, 2016. URL: www.centeroko.ru

12. *Камзеева Е.Е.* Особенности выполнения российскими восьмиклассниками заданий по естествознанию международного исследования TIMSS // *Педагогические измерения*, 2017, №2, с. 56—62.

13. *Пентин А.Ю.* От задачи формирования естественнонаучной грамотности к необходимым компетенциям учителей естественнонаучных дисциплин // *Непрерывное педагогическое образование*. 2012, № 1, с. 158.

14. *Ковалёва Г.С., Логинова О.Б.* Успешная школа и эффективная система образования: какие факторы помогают приблизиться к идеалу? (По данным исследования PISA-2015) // *Педагогические измерения*, 2017, №2, с. 69—80.

15. *Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Губская И.А., Попова Г.М., Повалев О.А., Андреева Н.В., Королева Л.Б., Пчелкина М.А., Рябова Е.С., Нарыжная Е.А.* Планирование учебного процесса и конструирование уроков с учётом формирования естественнонаучной грамотности // *Физика в школе*, 2016, №6, с. 14—24.

16. *Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М.* Естественнонаучная грамотность и экспериментальные умения выпускников основной школы: контрольные материалы // *Школьные технологии*, 2016, №1, с. 19—28.

17. *Разумовский В.Г., Пентин А.Ю., Никифоров Г.Г., Попова Г.М.* Естественнонаучная грамотность и экспериментальные умения выпускников основной школы: некоторые результаты диагностики // *Школьные технологии*, 2016, №1, с. 63—91.

18. *Пентин А.Ю., Заграничная Н.А., Паршутина Л.А.* Комплексные межпредметные задания с химической составляющей как инструмент формирования и диагностики естественнонаучной грамотности учащихся // *Школьные технологии*, 2016, №6, с. 120—128.

Примеры заданий TIMSS и PISA
TIMSS 2015 (8 класс). Примеры заданий [1, 11]

Пример 3

Содержание: Физика
Вид деятельности: «Применение»
Уровень достижений: Высший
Результат по России: 45%
Средний результат по странам: 22%
Максимальный результат: 54%
Минимальный результат: 4%

Комментарии эксперта. Задание проверяет умение интерпретировать схематичные рисунки, при помощи которых описано направление теплопередачи. Фундаментальное понятие о передаче тепла от более нагретых тел к менее нагретым формируется в курсе физики 8 класса. Сама форма заданий непривычная для восьмиклассников, хотя среди заданий ЕГЭ по физике встречаются аналогичные задания с более сложными схемами теплопередачи.

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

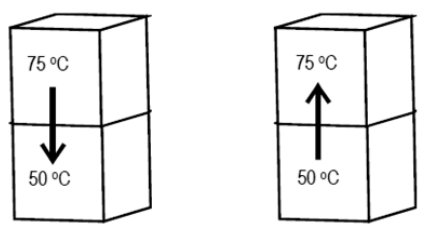


Рисунок 1 Рисунок 2

На каком из рисунков правильно указано направление передачи тепла?

Отметьте одну клетку.

на Рисунке 1
 на Рисунке 2

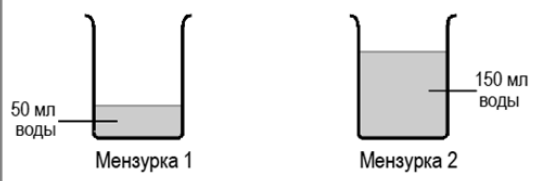
Объясните свой ответ.

Пример 4

Содержание: Химия
Вид деятельности: «Применение»
Уровень достижений: Высокий
Результат по России: 65%
Средний результат по странам: 48%
Максимальный результат: 79%
Минимальный результат: 23%

Комментарии эксперта. Задание проверяет понятие концентрации раствора. Аналогичные задания в отечественной практике используются как на уроках химии, так и на уроках математики. Недостаточно высокие результаты выполнения задания связаны с несколько непривычной для наших восьмиклассников формулировкой «разбавленный» вместо «более (менее) концентрированный» раствор. Кроме того, сложности возникают и в процессе объяснения, которые наши школьники, как правило, предпочитают делать с использованием математических выкладок на основании известной формулы расчета массовой доли вещества в растворе.

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



Мензурка 1 Мензурка 2

Какой из растворов является более разбавленным?

Отметьте одну клетку.

Раствор в Мензурке 1
 Раствор в Мензурке 2

Объясните свой ответ.

PISA 2015. Блок заданий «Синдром гибели пчелиных семей» [2, 3]

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 1 / 5


Прочитайте текст «Синдром гибели пчелиных семей», расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Людам, которые разводят и изучают пчёл, очень важно понимать, что такое синдром гибели пчелиных семей, однако этот синдром может оказывать влияние не только на пчёл. Люди, изучающие птиц, также заметили его влияние. Подсолнух служит источником пищи и для пчёл, и для некоторых видов птиц. Пчёлы питаются нектаром подсолнуха, а птицы – его семенами.

Учитывая эту связь, объясните, почему исчезновение пчёл может привести к сокращению популяции птиц.

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ

Пчелиным семьям по всему миру угрожает опасное явление. Оно называется «синдромом гибели пчелиных семей». Оно состоит в том, что пчёлы покидают свой улей. Отделившись от улья, пчёлы погибают, и таким образом синдром гибели пчелиных семей уже вызвал гибель десятков миллиардов пчёл. Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей.



Вид деятельности: научное объяснение явлений

Тип знания: содержательное знание: живые системы

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 2 / 5

Прочитайте текст «Воздействие имidakлоприда», расположенный справа. Выберите в выпадающих меню правильное завершение предложения.

Опишите проведённый учёными эксперимент, дополнив следующее предложение.

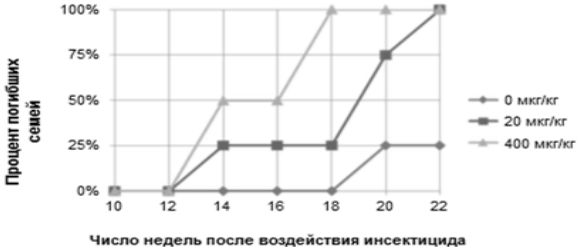
Учёные изучили влияние _____
на _____

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ
Воздействие имidakлоприда

Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей. Одна из возможных причин – инсектицид под названием имidakлоприд, из-за которого пчёлы могут потерять способность ориентироваться вне улья.

Учёные провели эксперименты, чтобы выяснить, приводит ли воздействие имidakлоприда к гибели семей. В некоторых ульях они в течение трёх недель добавляли в пищу пчёл инсектицид. Разные ульи подвергались воздействию разных концентраций инсектицида, измеряемых в микрограммах инсектицида на килограмм пищи (мкг/кг). Некоторые ульи совсем не подвергались воздействию инсектицида.

Ни одна из семей не погибла сразу же после воздействия инсектицида. Тем не менее, к 14-й неделе некоторые ульи опустели. Результаты экспериментов отражены на следующем графике:



Число недель после воздействия инсектицида	0 мкг/кг	20 мкг/кг	400 мкг/кг
10	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%
14	0%	25%	50%
16	0%	25%	50%
18	0%	25%	100%
20	0%	75%	100%
22	0%	100%	100%

Вид деятельности: применение методов естественнонаучного исследования

Тип знания: процедурное знание

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 3 / 5

Прочитайте текст "Воздействие имидаклоприда", расположенный справа. Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

Какой из приведённых ниже выводов соответствует результатам, показанным на графике?

- Семьи, подвергшиеся воздействию большего количества имидаклоприда, обычно гибнут быстрее.
- Семьи, подвергшиеся воздействию имидаклоприда, гибнут в течение 10 недель после воздействия.
- Воздействие имидаклоприда в количестве, меньшем 20 мкг/кг, не вредит семьям.
- Семьи, подвергшиеся воздействию имидаклоприда, не проживают дольше 14 недель.

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ
Воздействие имидаклоприда

Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей. Одна из возможных причин – инсектицид под названием имидаклоприд, из-за которого пчёлы могут потерять способность ориентироваться вне улья.

Учёные провели эксперименты, чтобы выяснить, приводит ли воздействие имидаклоприда к гибели семей. В некоторых ульях они в течение трёх недель добавляли в пищу пчёл инсектицид. Разные ульи подвергались воздействию разных концентраций инсектицида, измеряемых в микрограммах инсектицида на килограмм пищи (мкг/кг). Некоторые ульи совсем не подвергались воздействию инсектицида.

Ни одна из семей не погибла сразу же после воздействия инсектицида. Тем не менее, к 14-й неделе некоторые ульи опустели. Результаты экспериментов отражены на следующем графике:

Число недель	0 мкг/кг	20 мкг/кг	400 мкг/кг
10	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%
14	0%	25%	50%
16	0%	25%	50%
18	0%	25%	100%
20	25%	75%	100%
22	25%	100%	100%

Вид деятельности: интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов

Тип знания: процедурное знание

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 4 / 5

Прочитайте текст "Воздействие имидаклоприда", расположенный справа. Запишите свой ответ на вопрос.

Посмотрите на результаты 20-ти недель эксперимента для ульев, которые учёные не подвергали воздействию имидаклоприда (0 мкг/кг). Что эти результаты говорят о причинах гибели исследуемых семей?

СИНДРОМ ГИБЕЛИ ПЧЕЛИНЫХ СЕМЕЙ
Воздействие имидаклоприда

Учёные считают, что существует несколько причин гибели пчелиных семей. Одна из возможных причин – инсектицид под названием имидаклоприд, из-за которого пчёлы могут потерять способность ориентироваться вне улья.

Учёные провели эксперименты, чтобы выяснить, приводит ли воздействие имидаклоприда к гибели семей. В некоторых ульях они в течение трёх недель добавляли в пищу пчёл инсектицид. Разные ульи подвергались воздействию разных концентраций инсектицида, измеряемых в микрограммах инсектицида на килограмм пищи (мкг/кг). Некоторые ульи совсем не подвергались воздействию инсектицида.

Ни одна из семей не погибла сразу же после воздействия инсектицида. Тем не менее, к 14-й неделе некоторые ульи опустели. Результаты экспериментов отражены на следующем графике:

Число недель	0 мкг/кг	20 мкг/кг	400 мкг/кг
10	0%	0%	0%
12	0%	0%	0%
14	0%	25%	50%
16	0%	25%	50%
18	0%	25%	100%
20	25%	75%	100%
22	25%	100%	100%

Вид деятельности: научное объяснение явлений

Тип знания: содержательное знание: живые системы

PISA 2015

Синдром гибели пчелиных семей
Вопрос 5 / 5

Для ответа на вопрос отметьте нужный вариант ответа.

Учёные предлагают две дополнительные причины гибели семей:

- Вирус, поражающий и убивающий пчёл.
- Муха-паразит, которая откладывает яйца в телах пчёл.

Какой из приведенных ниже результатов исследования поддерживает предположение, что пчёлы погибают из-за вируса?

- В ульях были обнаружены яйца другого организма.
- В клетках пчёл были обнаружены инсектициды.
- В клетках пчёл была обнаружена ДНК, не принадлежащая пчёлам.
- В ульях были обнаружены мёртвые пчёлы.

Вид деятельности: научное объяснение явлений

Тип знания: содержательное знание: живые системы