

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО НАДЗОРУ В СФЕРЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ

**ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ОЦЕНКИ
КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ**
*Центр национальных и международных
исследований*

**ИНСТИТУТ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ ОБРАЗОВАНИЯ**
Центр оценки качества образования

**РЕЗУЛЬТАТЫ МЕЖДУНАРОДНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ
TIMSS Advanced 2015, 11 класс**

Российские учащиеся 11 классов, изучавшие углубленный профильный курс математики в старшей школе, продемонстрировали самые высокие результаты среди всех стран-участниц исследования 2015 года.

Результаты российских учащихся 11 классов, изучавших профильный курс физики, превышают среднее значение шкалы TIMSS.

Международное сравнительное исследование качества математического и естественнонаучного образования TIMSS (TIMSS – Trends in Mathematics and Science Study) является единственным международным мониторинговым исследованием в области общего образования, которое позволяет проследить тенденции развития математического и естественнонаучного общего образования с 1995 года. Исследование организовано Международной ассоциацией по оценке образовательных достижений (IEA – International Association for the Evaluation of Educational Achievement).

В 2015 году отмечается 20 лет участия Российской Федерации в данном исследовании. За это время было проведено 3 цикла оценки состояния уровня и качества подготовки выпускников средней школы, изучавших профильные или углубленные курсы математики и физики.

Уникальность данного мониторинга заключается в том, что его результаты не зависят от числа и состава стран-участниц во всех циклах исследования. Каждая страна-участница мониторинга может оценить динамику изменения качества математического и естественнонаучного образования за 20 лет в соответствии с единой международной шкалой, установленной в 1995 году. Одновременно страны получают информацию о динамике изменений в других странах, о возможных причинах этих изменений, а также об организации обучения математике и физике на старшей ступени средней школы.

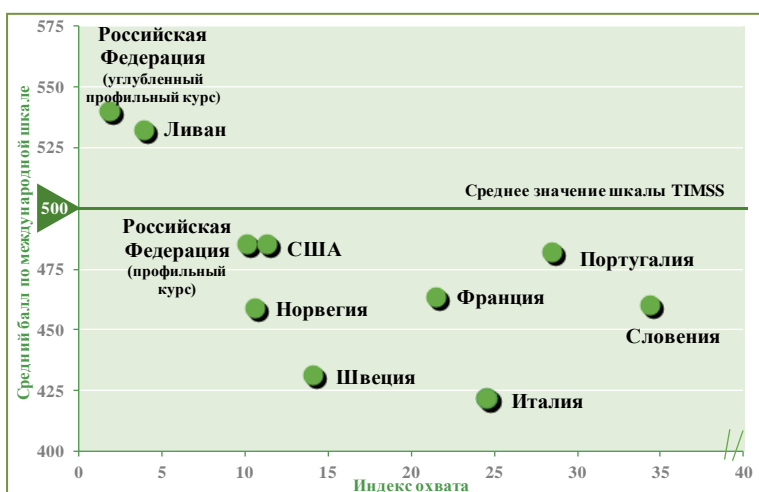
Выборка российских учащихся, которые приняли участие в мониторинге качества подготовки выпускников средней школы, изучавших профильные курсы математики и физики, признана международными экспертами представительной. Это означает, что полученные результаты можно переносить на всю генеральную совокупность выпускников средней школы Российской Федерации, которые изучали профильные курсы математики и физики в 10-11 классах.



МАТЕМАТИКА (профильный курс). Основные результаты тестирования

В мониторинге качества математической подготовки выпускников средней школы в рамках международного исследования TIMSS Advanced 2015 приняли участие 7558 российских учащихся 11 классов из 346 образовательных организаций 42 регионов страны, изучавших в 10-11 классах профильный курс математики.

Для оценки динамики изменения качества математической подготовки выпускников средней школы была сформирована дополнительная выборка только из учащихся, которые в 10-11 классе изучали углубленный профильный курс математики в объеме 8 уроков в неделю или более (6 часов или более). Именно такие характеристики имели выборки российских учащихся в циклах исследования TIMSS Advanced 1995 и 2008 годов. Дополнительная выборка включает 3431 учащихся из 163 образовательных организаций 42 регионов страны.



Результаты тестирования выпускников средней школы, изучавших углубленный профильный курс математики (в объеме 8 уроков в неделю или более) в 10-11 классах, соответствуют 540 баллам по международной шкале и выше среднего значения международной шкалы TIMSS в 2015 году¹.

Результаты тестирования всех учащихся, изучавших профильный курс математики, независимо от уровня курса и числа часов на его изучение, составля-

ют 485 баллов по международной шкале². Этот результат ниже среднего международного значения шкалы TIMSS. Результаты этой группы российских выпускников и американских выпускников средней школы практически одинаковы.

Результаты выпускников средней школы, изучавших профильные и углубленные курсы математики³

Самые высокие результаты из стран-участниц продемонстрировали российские учащиеся и учащиеся Ливана, изучавшие углубленные курсы математики. В Словении больше всего учащихся (34,4% от возрастной группы выпускников средней школы) изучают углубленные или профильные курсы математики.

| Страна | Средний балл | Индекс охвата | Число лет обучения | Средний возраст |
|---|--------------|---------------|--------------------|-----------------|
| 1. Российская Федерация (углубленный профильный курс) | 540 (7,8) ⬆ | 1,9% | 11 | 17,7 |
| 2. Ливан | 532 (3,1) ⬆ | 3,9% | 12 | 17,8 |
| Среднее значение шкалы TIMSS | 500 | | | |
| 3. США | 485 (5,2) ⬇ | 11,4% | 12 | 18,1 |
| 4. Российская Федерация (профильный курс) | 485 (5,7) ⬇ | 10,1% | 11 | 17,7 |
| 5. Португалия | 482 (2,5) ⬇ | 28,5% | 12 | 18,1 |
| 6. Франция | 463 (3,1) ⬇ | 21,5% | 12 | 18,0 |
| 7. Словения | 460 (3,4) ⬇ | 34,4% | 13 | 18,8 |
| 8. Норвегия | 459 (4,6) ⬇ | 10,6% | 13 | 18,7 |
| 9. Швеция | 431 (4,0) ⬇ | 14,1% | 12 | 18,8 |
| 10. Италия | 422 (5,3) ⬇ | 24,5% | 13 | 18,9 |

⬆ Средний балл страны статистически значимо выше среднего значения шкалы TIMSS.

▬ Нет статистически значимых различий между средними баллами стран.

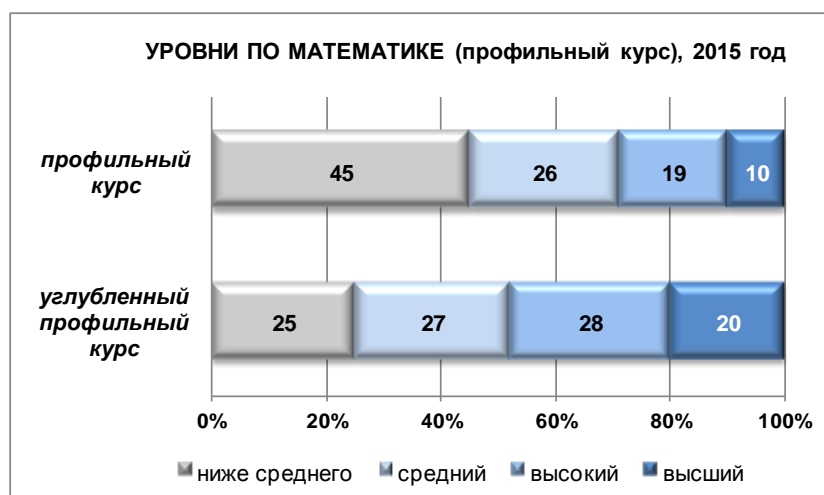
⬇ Средний балл страны статистически значимо ниже среднего значения шкалы TIMSS.

¹ Индекс охвата учащихся, изучавших углубленный профильный курс математики в объеме 8 уроков в неделю или более, составил 1,9% от возрастной группы населения страны 18-летнего возраста в 2015 году.

² Индекс охвата учащихся, изучавших в 10-11 классах профильный курс математики, составил 10,1% от возрастной группы населения страны 18-летнего возраста в 2015 году.

³ Результаты приводятся по международной 1000-балльной шкале. В скобках даются стандартные ошибки измерения.

Распределение российских учащихся, изучавших профильные курсы математики, по уровням математической подготовки TIMSS



В соответствии с выделенными в исследовании TIMSS Advanced 2015 уровнями математической подготовки российские учащиеся продемонстрировали:

| | |
|-----------------------|---|
| Высший уровень | <ul style="list-style-type: none"> – 20% учащихся, изучавших углубленный профильный курс математики, и – 10% из всех учащихся, изучавших профильный курс математики |
|-----------------------|---|

Учащиеся продемонстрировали глубокое понимание изученных понятий, владение математическими процедурами и рассуждениями. Они способны успешно решать задачи со сложным контекстом по алгебре, началам анализа, геометрии и тригонометрии.

| | |
|------------------------|---|
| Высокий уровень | <ul style="list-style-type: none"> – 28% учащихся, изучавших углубленный профильный курс математики, и – 19% из всех учащихся, изучавших профильный курс математики |
|------------------------|---|

Учащиеся могут применять математические понятия и процедуры из области алгебры, начал анализа, геометрии и тригонометрии при анализе и решении многошаговых проблем, в которых предложены стандартные и нестандартные ситуации.

| | |
|------------------------|---|
| Средний уровень | <ul style="list-style-type: none"> – 27% учащихся, изучавших углубленный профильный курс математики, и – 26% из всех учащихся, изучавших профильный курс математики |
|------------------------|---|

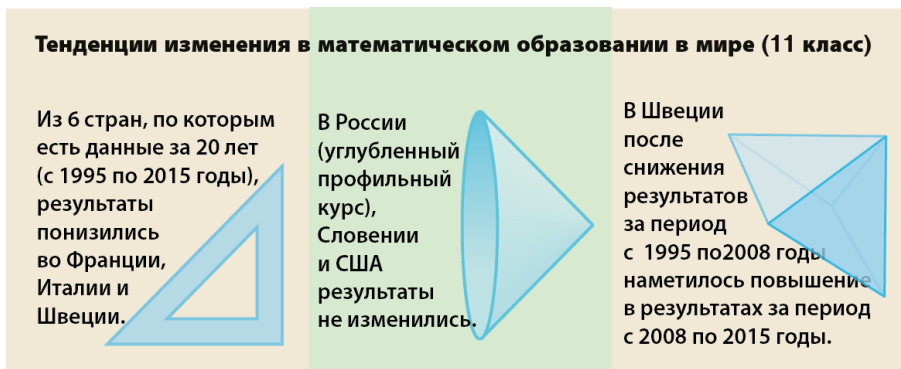
Учащиеся демонстрируют базовые знания понятий и процедур в алгебре, началах анализа и геометрии при решении стандартных задач.

| | |
|-----------------------------|--|
| Ниже среднего уровня | оказались результаты 25% российских учащихся, изучавших углубленный профильный курс математики, и 45% из всех учащихся, изучавших профильный курс математики |
|-----------------------------|--|

Гендерные различия

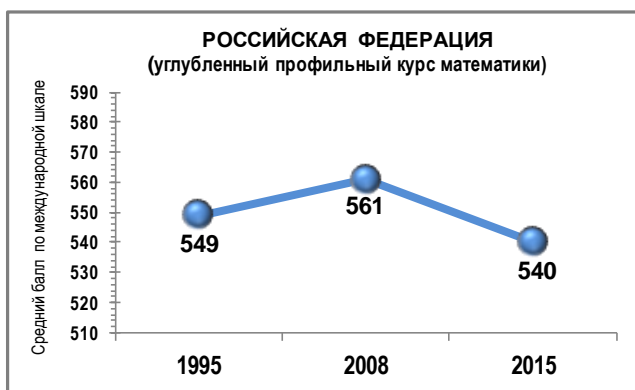
Процент девушек и юношей среди выпускников, изучавших профильный курс математики, одинаковый (по 50%); среди учащихся, изучавших математику углубленно, – 46% девушек и 54% юношей. Успешность юношей в выполнении международного теста существенно выше: в первой выборке на 9 баллов, а во второй выборке – на 19 баллов.

Динамика изменения результатов за период с 1995 по 2015 годы

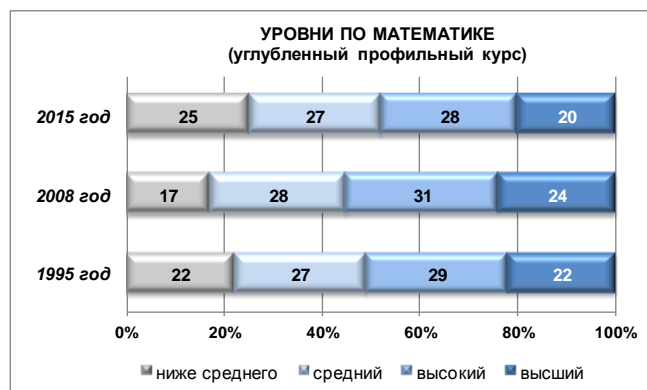


Динамику изменений математической подготовки российских выпускников средней школы можно продемонстрировать для группы учащихся, изучавших углубленный профильный курс математики.

За период с 1995 года по 2008 год было зафиксировано повышение средних результатов российских выпускников, изучавших углубленный профильный курс математики, а за период с 2008 по 2015 годы – снижение средних результатов. Снижение результатов также наблюдается у учащихся Франции и Италии.



За два десятилетия произошли изменения в распределении учащихся по уровням математической подготовки: уменьшилось число учащихся с высшим, высоким и средним уровнями подготовки и увеличилось число учащихся в группе с уровнем подготовки ниже средней.



Общие характеристики теста TIMSS Advanced 2015 по математике

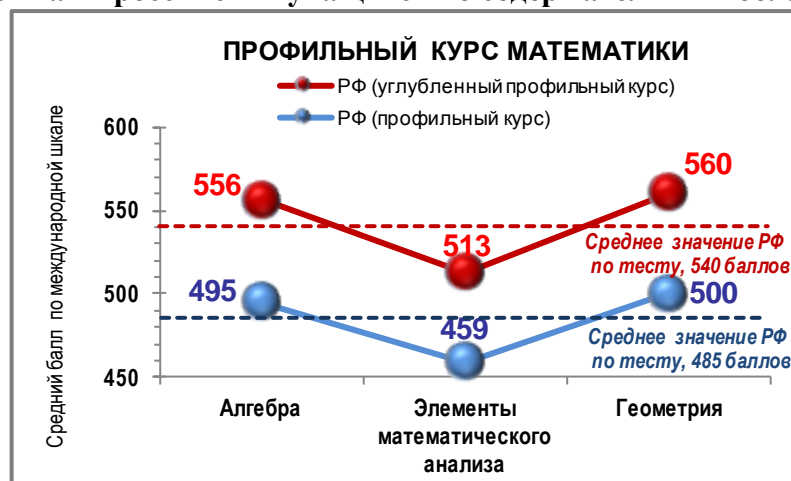
Тест TIMSS Advanced 2015 по математике представлен в 6-ти вариантах, в каждом из которых было 33-34 задания разного типа. Задания с выбором ответа составили 55%, а задания со свободным ответом (кратким или развернутым) – 45%.

На выполнение всего теста отводилось 90 минут без перерыва.

Всего во всех вариантах использовалось 102 оригинальных задания. Все задания соответствовали российской программе углубленного курса математики (8 уроков в неделю или более). Для учащихся, изучавших профильный уровень математики, 22% заданий международного теста не соответствовали программе.

| Содержательные области теста | |
|--|----------------------------------|
| 35% | Алгебра |
| 35% | Элементы математического анализа |
| 30% | Геометрия |
| Когнитивные области (виды деятельности) | |
| 30% | Знание |
| 40% | Применение |
| 30% | Рассуждение |

Результаты российских учащихся по содержательным областям



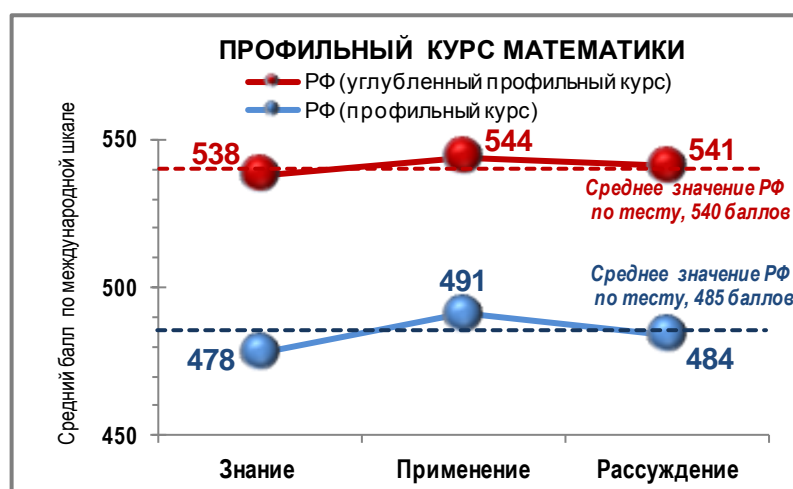
Учащиеся, изучавшие углубленный профильный курс математики, продемонстрировали более высокие результаты по разделам «Алгебра» и «Геометрия» (556 и 560 баллов соответственно), более низкие – по разделу «Элементы математического анализа» (513 баллов). Такие же тенденции проявились в результатах всех учащихся, изучавших профильный курс математики: «Алгебра» – 495 баллов, «Геометрия» – 500 баллов и «Элементы математического анализа» – 459 баллов.

Средний результат выполнения заданий **по алгебре** учащимися, изучавшими углубленный курс математики, составил 60% (48% для всех учащихся, изучавших профильный курс). Учащиеся успешно справляются с преобразованиями выражений (в частности, иррациональных выражений); исследуют функцию, строят графики функций, содержащих модуль; решают уравнения (в частности, логарифмические уравнения). Только при выполнении двух заданий (решение текстовой задачи практического содержания и выполнение действий с комплексными числами) результаты российских учащихся, изучавших углубленный курс математики, ниже средних международных.

Средний процент выполнения заданий **по геометрии** учащимися, изучавшими углубленный курс математики, составил 57% (46% для всех учащихся, изучавших профильный курс). Учащиеся успешно решают планиметрические задачи, в которых нужно найти линейные величины в правильных многоугольниках, применить признаки подобия для вычисления элементов треугольников, выполнить операции (найти разность) с векторами, заданных своими координатами. Серьезные затруднения вызывают решение задач на доказательство (справляется 20%); применение теоремы косинусов при нестандартном задании исходных данных (18%); отыскание уравнения множества точек, удовлетворяющих определенным условиям (29%).

Самые низкие результаты российские школьники продемонстрировали по разделу «Элементы математического анализа» (средний результат выполнения заданий учащимися, изучавшими углубленный курс математики, составил 45% (36% для всех учащихся, изучавших профильный курс)). Отдельные задания выполнены только 12% учащихся, изучавших углубленный курс математики. Низкие результаты были получены по заданиям на понимание связи между основными понятиями математического анализа (например, дифференцируемостью и непрерывностью функции), а также по заданиям, в которых предлагается исследовать описанную реальную ситуацию средствами математического анализа (например, исследовать математическую модель ситуации на наибольшее или наименьшее значение). Возможно, это связано с тем, что некоторые из перечисленных вопросов не изучаются или изучаются формально, т.к. не входят в содержание ЕГЭ, да и в учебниках задания по этому разделу практически не приводятся.

Результаты российских учащихся по видам познавательной деятельности



Российские учащиеся, изучавшие углубленный профильный курс математики, одинаково успешно овладели различными видами деятельности: «Знание» (воспроизведение знаний, понимание определений, теоретических фактов, алгоритмов действий и др.) – 538 баллов, «Применение» (моделирование ситуаций, применение заданных схем, методов или алгоритмов) – 544 балла, «Рассуждение» (проведение доказательств, обоснование выводов и др.) – 541 балл. Практически по большинству заданий по всем трем группам результаты российских школьников выше средних международных результатов.

Учащиеся, изучавшие профильный курс математики, показали более высокие результаты в применении знаний при решении стандартных задач (491 балл), у них имеются проблемы при выполнении заданий, требующих знания и понимания теоретического материала (478 баллов). Именно по большинству из этих заданий результаты наших учащихся сравнимы со средними международными результатами или ниже их.

Комментарии эксперта:

Результаты международного мониторинга качества математического образования выпускников средней школы позволяют сделать вывод о том, что подготовка выпускников российской средней школы, изучавших математику углубленно, соответствует требованиям международного стандарта, принятого в исследовании TIMSS. Подготовка российских учащихся, изучавших профильные курсы, значимо ниже среднего значения международной шкалы TIMSS (500 баллов). Это означает, что математическая подготовка этих учащихся не отвечает требованиям международного стандарта.

Тенденция снижения за прошедшие годы (2008 – 2015 годы) качества математической подготовки выпускников средней российской школы, изучавших математику углубленно, требует детального анализа и принятия соответствующих решений по совершенствованию математического образования в России. Необходимо уделить особое внимание проблемам, выявившимся в международном исследовании TIMSS, и определить направления совершенствования обучения математике: обеспечить баланс между академической и практической направленностью изучения математики в старших классах российской школы; усилить внимание к обеспечению понимания сути основных математических понятий и методов; более четко соотнести требования в разрабатываемом новом стандарте для старшей школы с требованиями, предъявляемыми при проведении Государственной итоговой аттестации по завершении средней школы, а также с требованиями международных стандартов.

Ниже приведены примеры, иллюстрирующие, какие знания и умения могли продемонстрировать учащиеся, имеющие различные уровни математической подготовки.

МАТЕМАТИКА (профильный курс). Примеры заданий

Пример 1

Содержание: Геометрия

Вид деятельности: «Применение»

Уровень достижений: Средний

Россия (профильный уровень): 53%⁴

Россия (углубленный профильный уровень): 62%

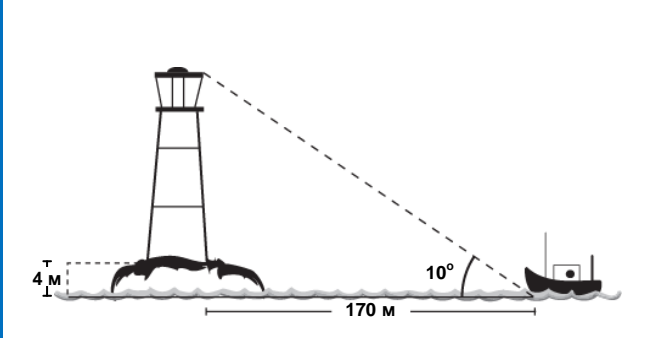
Средний результат по странам: 58%

Максимальный результат: 65%

Минимальный результат: 50%

Комментарии эксперта. *Требовалось найти высоту маяка, расположенного на заданном расстоянии от наблюдателя и видимого под заданным углом. Решение задачи предполагало практически только знание определения тангенса угла и умение его приблизительно вычислить (возможно, с помощью калькулятора). С ней справились всего 62% российских учащихся, изучавших математику углубленно, и 53% учащихся, изучавших профильный курс. При этом более четверти учащихся (27%), изучавших профильный курс, и пятая часть (21%) изучавших математику углубленно в качестве ответа привели высоту маяка вместе с его земельным основанием (4 м), не учитывая, что по условию задачи надо найти высоту самого маяка, т.е. без земельного основания.*

Эти результаты показывают практическую беспомощность многих наших выпускников средней школы. Отметим, что результат российских учащихся, изучавших математику углубленно, близок к максимальному результату, показанному шведскими учащимися, а результат российских учащихся, изучавших профильный курс, ниже среднего результата по странам.



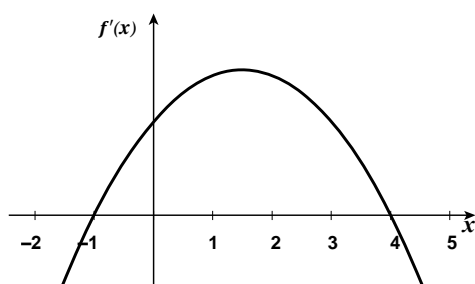
Основание маяка находится на острове и расположено на высоте 4 м над уровнем моря. Корабль находится в 170 м от маяка, а угол между поверхностью моря и прямой линией, соединяющей корабль с вершиной маяка, составляет 10° . Чему равна высота маяка, округленная до метров?

(A) 22 м
(B) 26 м
(C) 30 м
(D) 34 м

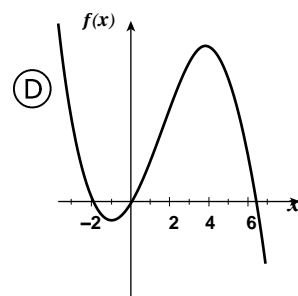
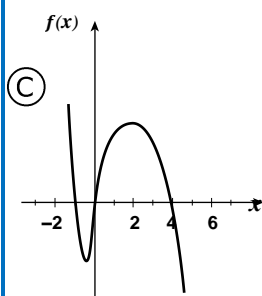
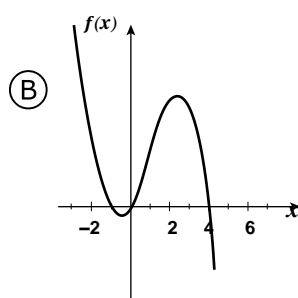
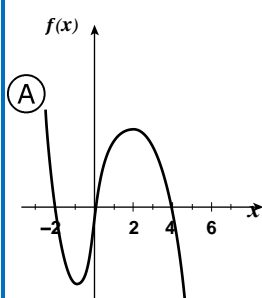
⁴ Процент учащихся, успешно выполнивших задание.

Пример 2

График первой производной функции f приведен ниже.



Какой из следующих графиков является графиком функции f ?



Содержание: Математический анализ

Вид деятельности: «Рассуждение»

Уровень достижений: Высокий

Россия (профильный уровень): 58%

Россия (углубленный профильный уровень): 69%

Средний результат по странам: 50%

Максимальный результат: 69%

Минимальный результат: 32%

Комментарии эксперта. Данное задание не является традиционным заданием для российской школы. Это классическое задание на проверку понимания взаимосвязи между производной (нули производной, положительные и отрицательные значения производной) и характером поведения функции (возрастание, убывание, наличие точек максимума или минимума). В российских стандартах для старшей школы обозначено требование к подготовке учащихся, состоящее в применении производной к исследованию функций, но задания в большинстве учебников, в пособиях, задачах, а также задания, используемые при аттестации учащихся, имеют иной характер. Учащимся предлагается аналитически исследовать функцию с помощью производной. Многие комплекты школьных учебников не ориентированы на обеспечение учащихся подобным задачным

материалом, а российские учителя не уделяют должного внимания обучению решению задач, требующих понимания изучаемого материала.

Результаты выполнения этого задания российскими учащимися, изучавшими математику углубленно, составляют около 70%, они выше результатов, показанных российскими участниками исследования, изучавшими профильный курс (58%). Результаты российских школьников, изучавших математику углубленно, существенно выше среднего результата по всем странам и являются лучшими результатами среди всех стран.

Пример 3

Содержание: Алгебра
Вид деятельности: «Применение»
Уровень достижений: Высокий
Россия (профильный уровень): 39%
Россия (углубленный профильный уровень): 55%
Средний результат по странам: 41%
Максимальный результат: 57%
Минимальный результат: 32%

Завод производит цилиндрические банки диаметром 6 см, вмещающие по 600 см³ супа. Заказчик хочет, сохранив неизменной высоту банки, изменить ее диаметр таким образом, чтобы она вмещала 750 см³ супа. Каким должен быть новый диаметр банки?

Приведите решение.

Комментарии эксперта. Данное задание является традиционным заданием для российской школы. Это классическое геометрическое задание на нахождение параметров цилиндра (диаметра основания, высоты) при заданной величине объема и других данных. В задаче фактически спрашивалось, во сколько раз надо увеличить радиус цилиндрической банки, чтобы ее объем увеличился в заданное число раз. Для решения предложенной практической задачи учащимся надо было знать **стандартные формулы** для вычисления объема цилиндра и площади круга и понимать, что объем цилиндра пропорционален квадрату радиуса. В российских стандартах для старшей школы обозначено требование к подготовке учащихся в овладении подобным умением. Школьные учебники геометрии (стереометрии) ориентированы на обеспечение учащихся задачным материалом. Российские учителя владеют методиками обучения решению данных задач.

Вместе с тем результаты выполнения этого задания достаточно низкие: только 40% российских школьников, изучавших профильный курс, и чуть больше половины (55%) учащихся, изучавших математику углубленно, справились с этим практическим заданием. При этом часть российских учащихся вообще не дали никакого ответа (17% – профильный курс, 12% – углубленный курс). Такая ситуация не может нас удовлетворить.

Отметим, что результаты выполнения этого задания российскими школьниками, изучавшими математику углубленно, существенно выше среднего результата по странам и достаточно близки к лучшему результату, показанному школьниками Швеции. Результат выполнения этого задания российскими школьниками, изучавшими профильный курс, практически совпадает со средним результатом по странам и существенно ниже лучшего результата, показанного учащимися Швеции.

Пусть a – постоянная величина, отличная от нуля. Найдите два значения x , при которых пересекаются графики $y = 10^6 ax$ и $y = \frac{x^2}{10^6}$.

Ответ: _____

Пример 4

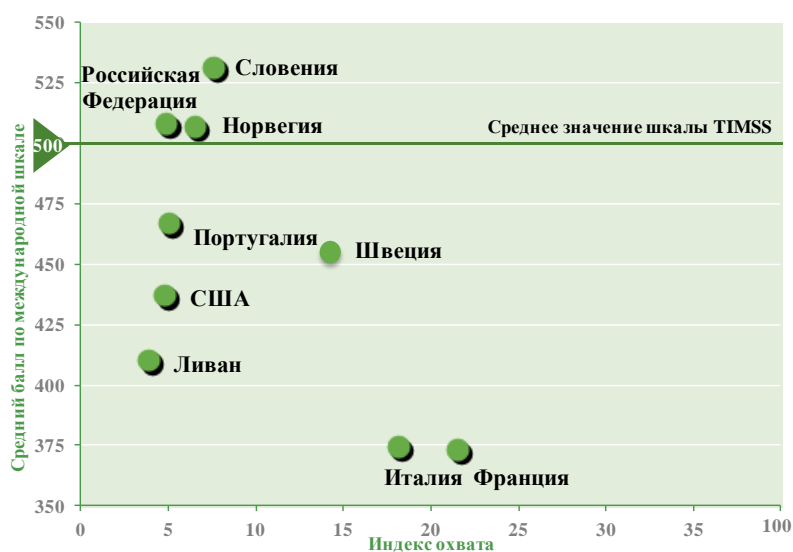
Содержание: Алгебра
Вид деятельности: «Применение»
Уровень достижений: Высший
Россия (профильный уровень): 35%
Россия (углубленный профильный уровень): 50%
Средний результат по странам: 20%
Максимальный результат: 50%
Минимальный результат: 7%

Комментарий эксперта. Задачу верно решили только 50% учащихся, изучавших математику углубленно, и 35% учащихся, изучавших профильный курс. В ней требовалось найти точки пересечения параболы и прямой, для чего нужно было только решить квадратное уравнение (причем один из его корней, очевидно, равен нулю). Хотя российские учащиеся, изучавшие математику углубленно, показали максимальный результат, а российские учащиеся профильных классов – третий результат среди всех стран, вряд ли эти результаты российских учащихся можно считать успешными.

ФИЗИКА (профильный курс). Основные результаты тестирования

В мониторинге качества подготовки выпускников средней школы по физике в рамках международного исследования TIMSS Advanced 2015 принимали участие выпускники средней школы, планирующие дальнейшую учебную или профессиональную деятельность в областях, требующих повышенной подготовки по физике. От России в исследовании приняли участие 3822 учащихся из 193 образовательных организаций, изучавших физику в 10-11 классах на профильном или углубленном уровнях (4 урока физики в неделю и более).

Результаты российских выпускников средней школы по физике составили 508 баллов по международной шкале. Индекс охвата для Российской Федерации, т.е. процент учащихся, изучавших профильный курс физики, от возрастной группы населения страны 18-летнего возраста в 2015 году, равен 4,9%. Только учащиеся Словении продемонстрировали более высокие результаты, чем российские учащиеся (531 балл при индексе охвата 7,6%).



| Страна | Средний балл | Индекс охвата | Число лет обучения | Средний возраст |
|-------------------------------------|--------------|---------------|--------------------|-----------------|
| 1. Словения | 531 (2,5) ⬆ | 7,6% | 13 | 18,8 |
| 2. Российская Федерация | 508 (7,1) = | 4,9% | 11 | 17,7 |
| 3. Норвегия | 507 (4,6) = | 6,5% | 13 | 18,8 |
| Среднее значение шкалы TIMSS | 500 | | | |
| 4. Португалия | 467 (4,6) ▼ | 5,1% | 12 | 18,0 |
| 5. Швеция | 455 (5,9) ▼ | 14,3% | 12 | 18,8 |
| 6. США | 437 (9,7) ▼ | 4,8% | 12 | 18,1 |
| 7. Ливан | 410 (4,5) ▼ | 3,9% | 12 | 17,8 |
| 8. Италия | 374 (6,9) ▼ | 18,2% | 13 | 18,9 |
| 9. Франция | 373 (4,0) ▼ | 21,5% | 12 | 18,0 |

⬆ Средний балл страны статистически значимо **выше** среднего балла России.

= Нет статистически значимых различий между средним баллом страны и средним баллом России.

▼ Средний балл страны статистически значимо **ниже** среднего балла России.

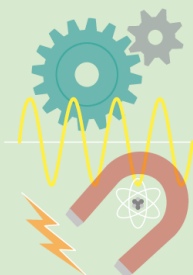
() Стандартная ошибка измерения

Российские выпускники средней школы имеют наименьший возраст среди всех стран-участниц исследования (17,7 лет) и наименьшее число лет обучения в школе (11 лет). В России среди всех учащихся, изучавших профильный курс физики, 42% девушек и 58% юношей. Средний балл юношей (514 баллов) выше, чем у девушек (498 баллов). Это характерно для всех стран-участниц, кроме Ливана: в нем результаты девушек оказались выше результатов юношей.

Динамика изменения результатов за период с 1995 по 2015 годы

Тенденции изменения физического образования в мире (11 класс)

Из 6 стран, по которым есть данные за 20 лет (с 1995 по 2015 годы), результаты понизились во Франции, Норвегии, России и Швеции.

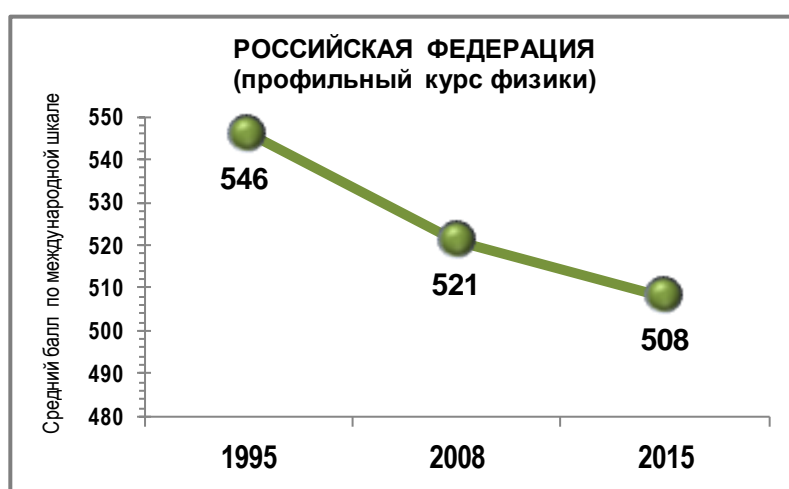


В Словении и США результаты практически не изменились.

Тенденцию изменения в результатах российских выпускников средней школы по физике можно выявить при сравнении средних баллов, полученных ими при участии в трех циклах исследования TIMSS Advanced за период с 1995 по 2015 годы.

Сравнение средних баллов показывает понижение результатов российских выпускников в выполнении международных тестов по физике на 38 баллов за двадцатилетний период. Значимое снижение результатов наблюдается во всех странах, участвовавших в исследовании TIMSS, кроме США и Словении. Сравнение по годам показывает, что результаты российских девушек практически не меняются (снижение за 20 лет составило только 9 баллов по международной шкале), а юноши на каждом из двух периодов (1995–2008 и 2008–2015 годы) теряют примерно одинаковое количество баллов. В целом снижение результатов юношей составило 63 балла по международной шкале.

Результаты учащихся 11-го класса по годам (профильный курс физики)



Общие характеристики теста TIMSS Advanced 2015 по физике

Тест TIMSS Advanced 2015 по физике состоит из 6-ти вариантов, в каждом из которых было от 28 до 34 заданий разного типа. Задания с выбором ответа составили 57%, а задания со свободным ответом (кратким или развернутым) – 43%.

На выполнение всего теста отводилось 90 минут без перерыва.

Всего во всех вариантах использовалось 101 оригинальное задание. Из них 90% заданий соответствовали российской программе по физике профильного уровня.

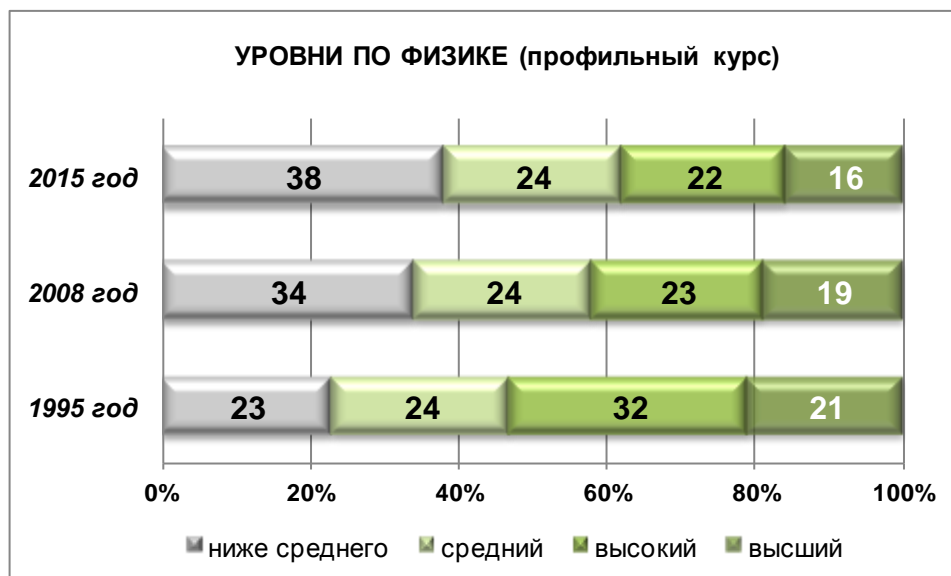
Содержательные области теста

| | |
|-----|---------------------------|
| 25% | Электричество и магнетизм |
| 40% | Механика и термодинамика |
| 35% | Атомная и ядерная физика |

Когнитивные области (виды деятельности)

| | |
|-----|-------------|
| 30% | Знание |
| 40% | Применение |
| 30% | Рассуждение |

Результаты учащихся 11-го класса по уровням (профильный курс физики)



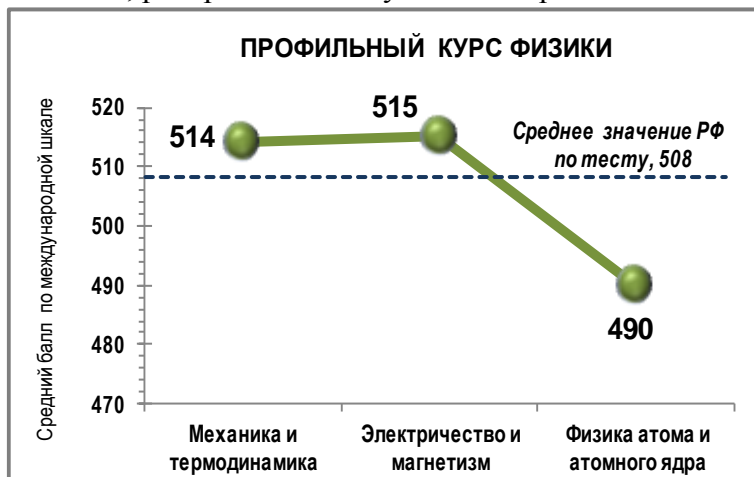
В соответствии с выделенными в исследовании TIMSS Advanced 2015 уровнями подготовки по физике российские учащиеся продемонстрировали:

| | |
|-----------------------------|---|
| Высший уровень | – 16% учащихся, изучавших профильный курс физики <i>Учащиеся могут обобщать и применять физические понятия и законы при решении сложных задач в различных ситуациях.</i> |
| Высокий уровень | – 22% учащихся, изучавших профильный курс физики <i>Учащиеся могут использовать основные физические законы при решении задач в различных ситуациях.</i> |
| Средний уровень | – 24% учащихся, изучавших профильный курс физики <i>Учащиеся демонстрируют знания, позволяющие им описывать ряд явлений, связанных с повседневной жизнью.</i> |
| Ниже среднего уровня | оказались результаты 38% российских учащихся, изучавших профильный курс физики. |

За двадцать лет с 1995 по 2015 годы произошли изменения в распределении российских учащихся по уровням подготовки по физике: уменьшилось число учащихся с высшим и высоким уровнями подготовки на 15% (с 53% до 38%) и увеличилось на 15% число учащихся в группе с уровнем подготовки ниже средней (с 23% до 38%).

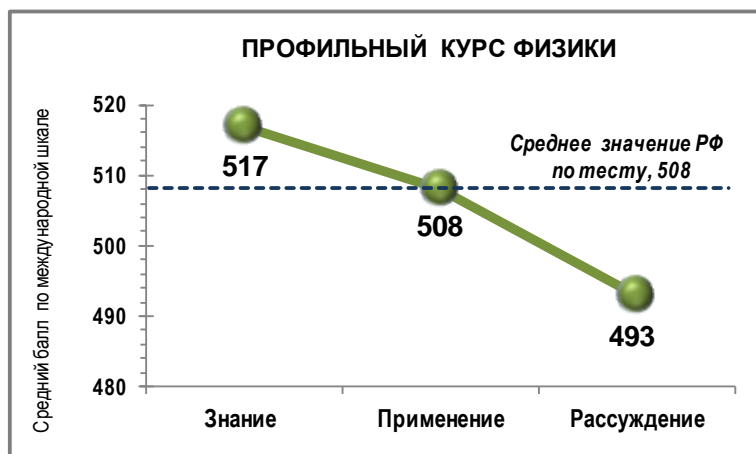
Результаты российских учащихся по содержательным областям

В исследовании TIMSS Advanced 2015 оцениваются в основном знания физических законов, принципов и положений, а также умения применять эти знания в различных учебных и практических ситуациях. Заданиями охвачены все разделы школьного курса физики. Элементы Общей или Специальной теории относительности не контролируются в рамках данного исследования. Вопросы, связанные с колебаниями или волновыми процессами, распределены по указанным разделам в соответствии с контекстом задания.



Практически одинаковые результаты продемонстрировали российские учащиеся при выполнении заданий по содержательным областям «Механика и термодинамика» и «Электричество и магнетизм» (514 и 515 баллов по международной шкале соответственно). Наиболее низкие результаты (490 баллов по международной шкале) показали российские учащиеся по содержательной области «Физика атома и атомного ядра». Почти все страны-участницы исследования подчеркивают в своих программах важность преподавания современной физики или квантовой физики. В России этот раздел преподается в конце учебного курса, и не всегда его освоению уделяется должное внимание.

Результаты российских учащихся по видам познавательной деятельности



Самые высокие результаты российских учащихся зафиксированы при выполнении заданий на воспроизведение знаний (517 баллов по международной шкале, средний процент выполнения – 58%) и самый низкий – при выполнении заданий на рассуждения и решение задач, требующих более высокого уровня самостоятельности мышления (493 балла по международной шкале, средний процент выполнения – 29%).

Комментарии эксперта:

Результаты выполнения отдельных заданий, в основном, соответствуют ожиданиям, базирующимся на анализе выполнения аналогичных заданий в ЕГЭ по физике прошлых лет. Лишь по небольшому числу заданий результаты TIMSS заметно ниже ожидаемых. В целом можно сказать, что исследование TIMSS дает результаты, сопоставимые с результатами ЕГЭ.

Следует, однако, отметить, что в целом результаты международного тестирования не удовлетворяют требованиям к уровню подготовки выпускников профильных классов средней школы. По принятой при анализе результатов ЕГЭ схеме критерием усвоения материала, на проверку которого ориентировано задание, является уровень выполнения в 65% для заданий с выбором ответа и 50% для заданий открытого типа. В исследовании TIMSS Advanced 2015 заданий, удовлетворяющих данному критерию, лишь около трети.

Ниже приведены примеры, иллюстрирующие, какие знания и умения могли продемонстрировать учащиеся, имеющие разные уровни подготовки по физике.

ФИЗИКА (профильный курс): примеры заданий

Пример 1

Содержание: Механика и термодинамика

Вид деятельности: «Рассуждение»

Уровень достижений: Высокий

Результат по России: 74%

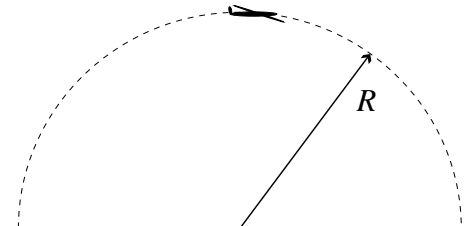
Средний результат по странам: 49%

Максимальный результат: 74%

Минимальный результат: 28%

Комментарии эксперта. В задании с выбором ответа требуется получить выражение для скорости тела при движении по окружности в вертикальной плоскости. Хорошая задача на понимание механики. Российские учащиеся продемонстрировали самый высокий результат среди стран-участниц, у них есть опыт решения подобных задач, которые встречаются в ЕГЭ на повышенном уровне среди задач с кратким числовым ответом.

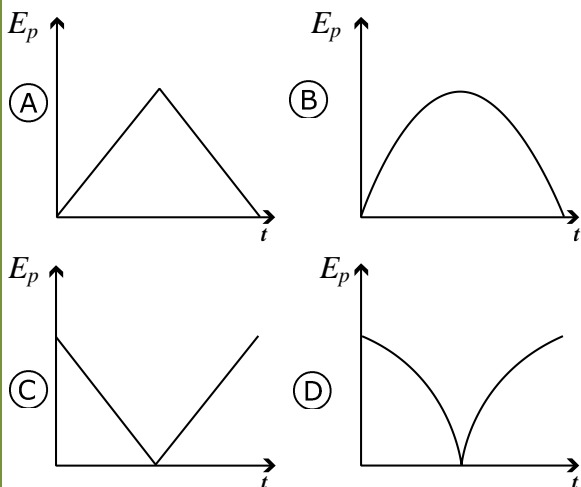
Самолет летит с постоянной скоростью по дуге окружности радиуса R , расположенной в вертикальной плоскости. Когда самолет находится в наивысшей точке дуги, пассажиры испытывают состояние невесомости. Ускорение свободного падения равно g .



Чему равна скорость самолета в наивысшей точке?

- (A) gR
- (B) \sqrt{gR}
- (C) $\frac{g}{R}$
- (D) $\sqrt{\frac{g}{R}}$
- (E) $2gR$

Мяч толкнули, и он начал двигаться вверх по наклонной плоскости. Спустя некоторое время мяч остановился и начал двигаться назад, вниз по наклонной плоскости. Какой график ПРАВИЛЬНО описывает зависимость его потенциальной энергии от времени?



Пример 2

Содержание: Механика и термодинамика

Вид деятельности: «Применение»

Уровень достижений: Средний

Результат по России: 45%

Средний результат по странам: 57%

Максимальный результат: 64%

Минимальный результат: 45%

Комментарии эксперта. В задании требуется выбрать график зависимости от времени для потенциальной энергии шарика, катящегося вверх, а затем вниз по наклонной плоскости. Только 45% российских учащихся правильно выполнили данное задание (самый низкий результат среди стран).

44% российских учащихся выбрали ответ А, больше чем в других странах, хотя ответ А оказался также привлекательным и для учащихся других стран (его выбрали от 17% до 33%). Аналогичные задачи используются в ЕГЭ на базовом уровне и результаты их выполнения

существенно выше. Но эти задания отличаются по форме представления учебного материала (числом приведенных графиков и названиями величин). Видимо, выполнение заданий российскими учащимися часто сводится к узнаванию изученных ранее сюжетов и форм заданий. При малейших изменениях формы задания результаты его выполнения снижаются.

Пример 3

Содержание: Электричество и магнетизм

Вид деятельности: «Рассуждение»

Уровень достижений: Высший

Результат по России: 41%

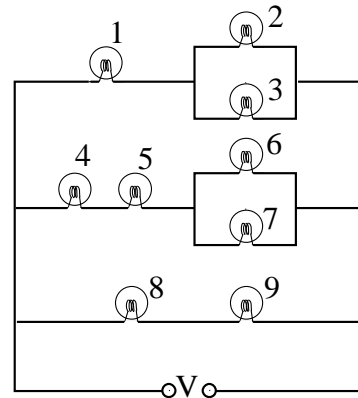
Средний результат по странам: 44%

Максимальный результат: 59%

Минимальный результат: 28%

Комментарии эксперта. В задании с выбором ответа требуется сравнить мощность, выделяемую на электролампах в схеме с их смешанным включением. Ситуация в задаче вполне знакома по ЕГЭ. Но вопрос, заданный в международном тесте TIMSS (сопоставление мощностей), в ЕГЭ встречается редко. В итоге российские учащиеся показали низкие результаты.

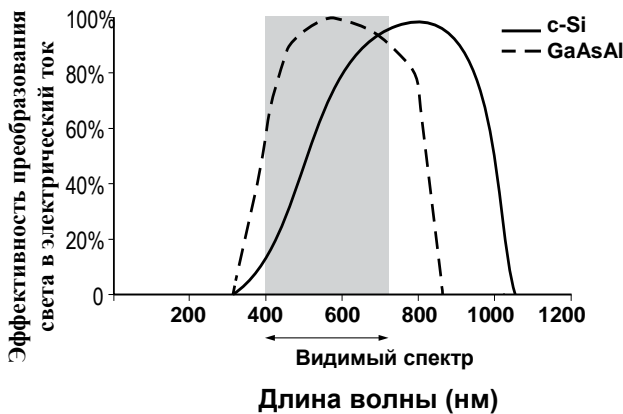
Девять одинаковых ламп 1 – 9 подсоединены к источнику постоянного напряжения V , как показано на рисунке.



Какие лампы потребляют минимальную мощность?

- (A) Лампы 2 и 3
- (B) Лампы 4 и 5
- (C) Лампы 6 и 7
- (D) Лампы 8 и 9

Ниже на диаграмме показана зависимость эффективности преобразования света в электрический ток от длины волны падающего света для двух полупроводниковых материалов – кристаллического кремния (с-Si) и GaAsAl. Большая часть энергии Солнечного света, достигающего поверхности Земли, находится в диапазоне видимого света, закрашенном на диаграмме.



Какой из материалов, с-Si или GaAsAl, будет более подходящим для использования в солнечных батареях?

Отметьте одну клетку.

- с-Si
- GaAsAl

Объясните свой ответ.

Пример 4

Содержание: Волновые явления и атомная/ядерная физика

Вид деятельности: «Применение»

Уровень достижений: Высокий

Результат по России: 39%

Средний результат по странам: 44%

Максимальный результат: 57%

Минимальный результат: 27%

Комментарии эксперта. В задании требуется обосновать выбор материала для солнечных батарей, используя график эффективности материалов как функции длины волны падающего света.

Задача незнакомая, как по содержанию, так и по формату. Надо написать несколько фраз, анализируя график и отвечая на вопрос не о физике, а о приложении ее результатов. Данные умения не формируются в курсе физики российской школы.

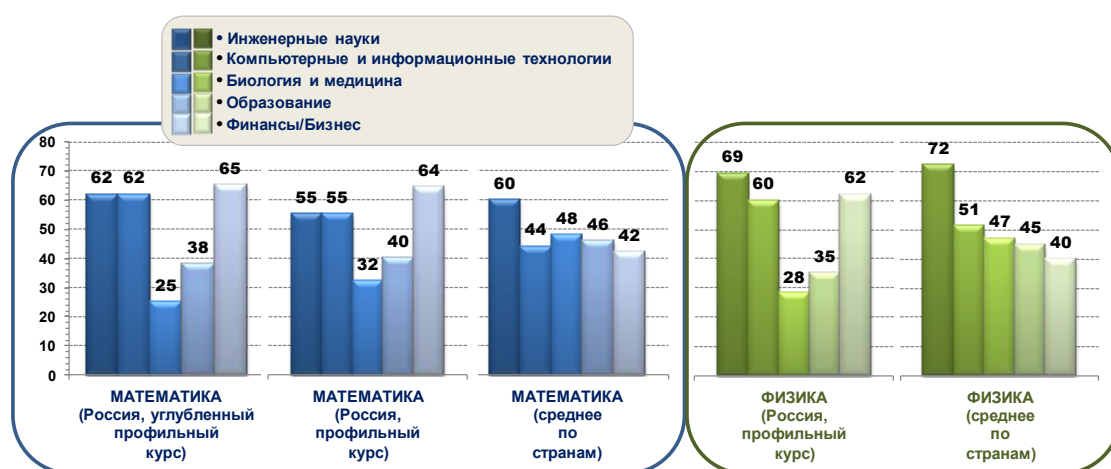
Характерные особенности российских выпускников



Средний возраст выпускников средней российской школы на момент тестирования составил 17,7 года (средний возраст по всем странам-участницам – 18,3 года). Российские выпускники наряду с ливанскими учащимися являются самыми молодыми участниками этого исследования. Учащиеся четырех участвующих в исследовании стран старше наших выпускников на целый год.

Практически все выпускники российских школ, обучавшиеся на профильных направлениях, связанных с изучением математики и физики на повышенном уровне, планируют получить в дальнейшем высшее образование: 97% учащихся, изучавших профильный курс математики, 99% учащихся, изучавших углубленный курс математики, и 98% выпускников, изучавших профильный курс физики. По другим странам в среднем это значение равно 69%.

Возможные области профессиональной деятельности, 11 класс



Наиболее популярными направлениями будущей профессиональной деятельности для выпускников школы являются инженерные науки, компьютерные и информационные технологии, а также бизнес и финансы. Их выбрали как возможные области профессиональной деятельности 60% и более российских учащихся. Самая популярная профессия среди учащихся других стран – инженер, ее выбирают в среднем 72% выпускников средней школы, изучавших профильный курс физики (в России – 69%), и 60% выпускников, изучавших углубленный курс математики (в России – 62%). Биология и медицина, а также сфера образования популярны среди выпускников других стран. Эти области выбрали около половины учащихся. В отличие от других стран большее число российских учащихся выбрали бизнес, компьютерные и информационные технологии, и меньшее число выбрали сферу образования, биологию или медицину.

Для поступления в высшие учебные заведения российским выпускникам средней школы приходится много заниматься не только в школе, но и дополнительно с репетиторами. Более половины учащихся, изучавших профильные курсы математики и физики, занимаются с репетиторами: 67% учащихся, изучавших профильный курс математики, 62% – углубленный курс математики, 52% – профильный курс физики. В других странах большой разброс: например, среди всех учащихся, изучавших углубленные курсы математики, с репетиторами занимаются: в Норвегии – 7%, в Швеции, США и Ливане – 10%-17%, во Франции, Италии, Словении – 30%-35%, в Португалии – 61%. В качестве одной из причин учащиеся указывали подготовку к экзамену по математике: в России – 64% (профильный курс), 60% (углубленный курс), в Португалии – 55%, в Словении, Италии, Франции – 18%-28%, в Ливане, США, Швеции – 9%-10%, в Норвегии – 5%. Остальные учащиеся, которые занимались с репетитором, в качестве причин указывали такие причины, как «не отставать от других учащихся в классе», «получать более высокие отметки».

Образовательные ресурсы дома

Существенное влияние на успешность в обучении школьников оказывают условия в семье и образовательные ресурсы, которые способствуют обучению. Международный показатель «ресурсы семьи для обучения» включает: 1) образование родителей, 2) профессиональную занятость родителей, 3) общее количество книг в доме, 5) доступ в Интернет и наличие у учащегося собственной комнаты и стола для занятий.

По уровню наличия ресурсов в семье учащиеся распределяются на 3 группы: «много ресурсов» (хотя бы один родитель имеет высшее образование и соответствующую профессию, в доме не менее 100 книг, у учащегося есть личная комната и стол для занятий), «некоторые ресурсы» и «мало ресурсов». Среди учащихся, изучавших профильные курсы математики или физики, много ресурсов имеется у 20%-30% учащихся. Их результаты существенно выше, чем у учащихся, имеющих только некоторые ресурсы, – 567 баллов для учащихся, изучавших углубленный курс математики, и 533 балла для изучавших профильный курс физики. Большинство (70%-80%) российских учащихся имеют в семье отдельные ресурсы, и результаты этих учащихся ниже (529 баллов и 501 балл соответственно). Важно отметить, что среди российских выпускников средней школы, изучавших профильные курсы математики или физики, практически нет учащихся, у которых дома мало ресурсов.

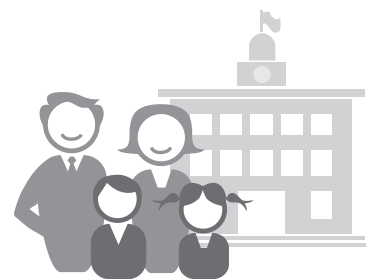
По сравнению с предыдущими этапами исследования прослеживается тенденция к уменьшению количества печатных книг в семьях российских выпускников средней школы. При этом явно увеличивается количество разнообразных цифровых устройств, обеспечивающих доступ к различным источникам информации. Например, от 4 до 10 и более цифровых устройств имеются в семьях более 90% учащихся. У большинства выпускников средней школы имеется личный компьютер (85%). Более 80% выпускников использует Интернет для поиска информации, нужной для изучения математики или физики.

Поддержка школой профильного обучения

По результатам опроса директоров школ был сформирован показатель «Поддержка школой профильного обучения математике и физике». По этому показателю российские школы существенно опередили все страны: 79% учащихся, изучавших профильные курсы математики или физики, обучались в школах, оказывающих значительную поддержку профильного обучения. В США таких учащихся 58%, а во Франции – только 8%. По результатам опроса учителей значения данного показателя несколько ниже: для России (лидера по показателю) – 62% (по мнению учителей математики) и 58% (по мнению учителей физики), для США – 40%-37%⁵, для Франции – 4%-3%.

Российские учителя существенно отличаются от своих коллег из других стран по гендерному составу и среднему стажу работы. Среди российских учителей, преподающих профильные курсы математики, 94% женщин (в среднем в странах-участницах 52% женщин), а преподающих физику – 77% женщин (в среднем в странах-участницах 40% женщин). Средний стаж работы российских учителей математики – 28 лет (в среднем по странам – 23 года), а стаж работы российских учителей физики – 26 лет (в среднем по странам – 21 год).

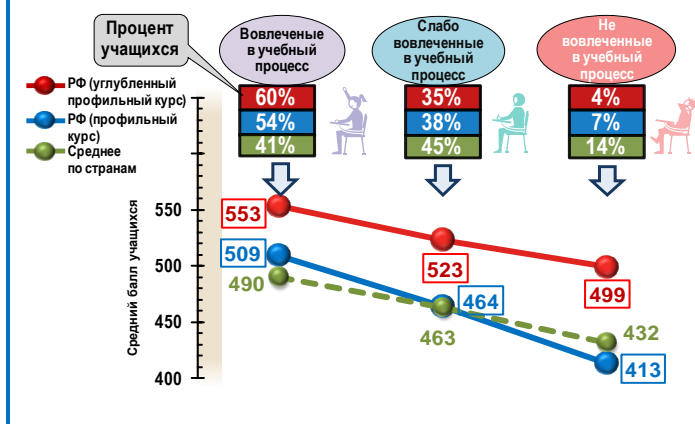
Только 3%-5% российских учителей, преподающих профильные курсы математики и физики, не удовлетворены своей работой в школе (в США таких учителей 5%-11%, а во Франции – 14%-22%).



⁵ Здесь и далее первое число соответствует данным для учащихся, изучавших профильный или углубленный курс математики, второе число – для учащихся, изучавших профильный курс физики.

Особые факторы, способствующие достижению наивысших результатов российских учащихся 11 классов по математике и физике

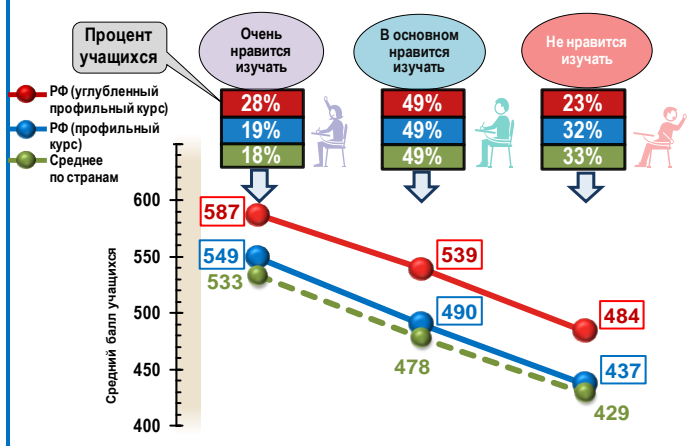
Связь результатов учащихся 11-х классов по математике и их вовлеченности в учебный процесс



50 баллов для учащихся, изучавших профильный курс математики.

Одним из важнейших факторов, влияющих на образовательные результаты, является **вовлеченность учащихся в учебный процесс**, который определяет тем, насколько эффективно осуществляется взаимодействие между учителем и учениками (понятно ли объясняется урок, оказывает ли учитель индивидуальную помощь учащимся, поддерживает ли учитель интерес учащихся к предмету и др.). Отличие в результатах учащихся, отнесенных к разным группам по данному показателю, составляет до 30 баллов для изучавших углубленный курс математики, и до

Связь результатов учащихся 11-х классов по математике и их отношения к изучению математики

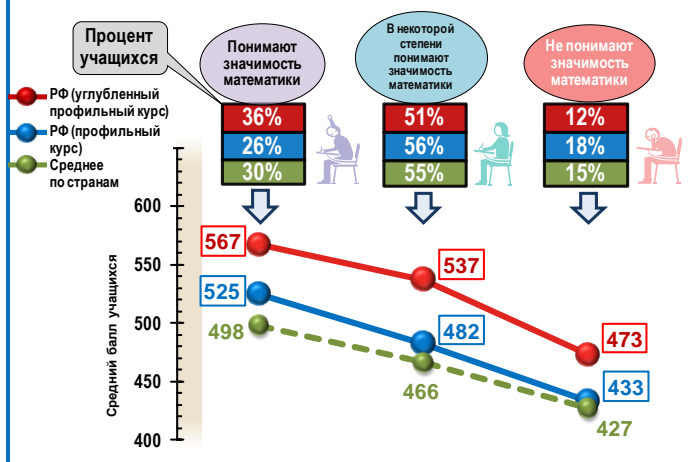


Отношение к изучению математики и физики

В среднем российским учащимся, изучавшим углубленный курс математики, больше чем учащимся других стран нравится изучать математику.

Очень нравится изучать математику 28% российских учащихся, а в основном нравится изучать математику 49% выпускников. Среди учащихся, которые изучали профильный курс математики, 32% одиннадцатиклассников, которым, судя по их ответам на вопросы анкеты, не нравится изучать математику.

Связь результатов учащихся 11-х классов по математике и их пониманием значимости математики



Понимание значимости математики

Во всех странах выпускники, осознающие значимость математики для жизни, дальнейшего обучения и профессиональной деятельности, демонстрируют статистически значимо более высокие результаты.

Более трети (36%) российских учащихся, изучавших углубленный курс математики, высоко оценивают значение математики для своей жизни. Среди учащихся, изучавших профильный курс математики, таких учащихся меньше (30%), но больше, чем в среднем по всем странам – участницам.

Исследование TIMSS организовано Международной ассоциацией по оценке образовательных достижений (IEA – International Association for the Evaluation of Educational Achievement). В исследовании не только оцениваются образовательные достижения учащихся 4, 8 и 11 (12) классов, но и изучаются особенности содержания школьного математического и естественнонаучного образования в странах – участницах, особенности учебного процесса, а также факторы, связанные с характеристиками образовательных организаций, учителей, учащихся и их семей.

Результаты международного исследования TIMSS-2015 и TIMSS Advanced 2015 представлены на сайтах:

Международного координационного центра – <http://timss2015.org/>

Центра оценки качества образования ИСРО РАО – <http://centeroko.ru>

Контактные телефоны:

+7-495-621-76-36 – Ковалева Галина Сергеевна – национальный координатор России (электронная почта – centeroko@mail.ru)

+1-617-552-1600 – Ina V.S. Mullis, Michael O. Martin – международные координаторы (электронная почта – timss@bc.edu)

Список субъектов РФ, принимавших участие в программе TIMSS Advanced 2015

- | | |
|------------------------------------|---------------------------|
| 1. Республика Башкортостан | 22. Костромская область |
| 2. Республика Дагестан | 23. Липецкая область |
| 3. Кабардино-Балкарская Республика | 24. Московская область |
| 4. Республика Татарстан | 25. Нижегородская область |
| 5. Чувашская Республика | 26. Новгородская область |
| 6. Алтайский край | 27. Новосибирская область |
| 7. Краснодарский край | 28. Омская область |
| 8. Красноярский край | 29. Оренбургская область |
| 9. Приморский край | 30. Пермский край |
| 10. Ставропольский край | 31. Ростовская область |
| 11. Хабаровский край | 32. Самарская область |
| 12. Архангельская область | 33. Саратовская область |
| 13. Белгородская область | 34. Свердловская область |
| 14. Владимирская область | 35. Томская область |
| 15. Волгоградская область | 36. Тюменская область |
| 16. Воронежская область | 37. Ульяновская область |
| 17. Иркутская область | 38. Челябинская область |
| 18. Калининградская область | 39. Ярославская область |
| 19. Калужская область | 40. г. Москва |
| 20. Камчатский край | 41. г. Санкт-Петербург |
| 21. Кемеровская область | 42. Ямало-Ненецкий АО |