

## 2.3. ФИЗИКА

### 2.3.1. Характеристика целей и объектов контроля

Контрольные измерительные материалы ЕГЭ 2011 г. по физике предназначены для оценки уровня освоения выпускниками Федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования. Результаты ЕГЭ по физике использовались образовательными учреждениями среднего профессионального и высшего профессионального образования для дифференциации абитуриентов при проведении конкурсного отбора.

Документы, определяющие структуру и содержание КИМ (кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников для проведения в 2011 г. единого государственного экзамена и спецификация КИМ) были составлены на основе Федерального компонента государственного стандарта среднего (полного) общего образования по физике, базовый и профильный уровни (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).

Экзаменационная работа по физике строится исходя из необходимости контроля содержательных элементов всех разделов школьного курса физики, а также проверки различных видов деятельности, формируемых при изучении предмета. Каждый вариант КИМ включал задания по механике, молекулярно-кинетической теории и термодинамике, электродинамике и квантовой физике. При этом наиболее важные содержательные элементы проверялись заданиями различных уровней сложности.

Структура работы обеспечивала проверку следующих видов деятельности: владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики (понимание смысла физических понятий, явлений, моделей, величин, законов), освоение основ знаний о методах научного познания, решение задач различного типа и уровня сложности. Овладение умениями по работе с информацией физического содержания проверяется в тесте опосредованно при использовании различных способов представления информации в текстах заданий или вариантах ответов (графики, таблицы, схемы и схематические рисунки). В рамках технологии единого государственного экзамена невозможно обеспечить диагностику экспериментальных умений, так как требуется использование реального лабораторного оборудования. Однако в КИМ включены задания на основе фотографий или рисунков физических опытов, которые диагностируют овладение частью экспериментальных умений.

Большинство заданий с выбором ответа, а также задания на установление соответствия проверяют овладение основным понятийным аппаратом школьного курса физики. Два последних задания в части 1 работы были направлены на проверку различных методологических умений.

Наиболее важным видом деятельности с точки зрения успешного продолжения образования в вузе является решение задач. Порядка 40% максимального первичного балла отводится на решение задач повышенного и высокого уровней сложности. Каждый вариант включает задачи различных уровней сложности по всем разделам курса физики, позволяющие проверить умение применять физические законы и формулы как в типовых учебных ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов действий или создании собственного плана выполнения задания.

Для достижения целей дифференциации выпускников по степени подготовки в экзаменационную работу были включены задания трех уровней сложности. Выполнение заданий базового уровня сложности позволяет оценить уровень освоения наиболее значимых содержательных элементов образовательного стандарта по физике и овладение наиболее важными видами деятельности. Использование в экзаменационной работе заданий повышенного и высокого уровней сложности позволяет оценить степень подготовленности выпускника к продолжению образования в высшей школе.

### 2.3.2. Характеристика участников экзамена 2011 года

В ЕГЭ по физике в 2011 г. приняло участие 185 432 выпускника. В табл. 3.1 приведены данные об участниках экзамена в сравнении с двумя предыдущими годами.

Таблица 3.1. Участники ЕГЭ по физике в 2009–2011 гг.

Год	Число участников ЕГЭ по физике	Процент к общему числу участников ЕГЭ
2009	205 379	21
2010	194 339	23
2011	185 432	24

Ежегодное заметное уменьшение числа экзаменуемых следует отнести к общему снижению числа выпускников школ в связи с демографической ситуацией. Однако отрадно, что относительная доля сдающих физику в общем числе участников ЕГЭ с каждым годом немного возрастает.

Число тестируемых по физике существенно менялось от региона к региону: от 9613 в г. Москве и 8978 в Республике Башкортостан до 86 в Чукотском и 55 в Ненецком автономных округах. В г. Санкт-Петербурге экзамен сдавали 5329 человек, что сопоставимо с числом участников ЕГЭ по физике в Республике Татарстан, Чеченской Республике, Московской и Ростовской областях, Краснодарском крае.

Немного увеличилась по сравнению с прошлым годом доля девушек, выбравших экзамен по физике: с 25% в 2010 г. до 28% в текущем году. Соотношение между участниками экзамена, закончившими сельские и городские школы, осталось неизменным: четверть участников ЕГЭ по физике – сельские жители.

### 2.3.3. Характеристика контрольных измерительных материалов по физике 2011 года

Контрольные измерительные материалы ЕГЭ по физике в 2011 г. включали 35 заданий, различающихся формой представления и уровнем сложности: 25 заданий с выбором одного ответа, 4 задания с кратким ответом и 6 заданий с развернутым ответом.

К заданиям базового уровня относились 20 заданий с выбором ответа, два задания с кратким ответом. Задания повышенного уровня содержались во всех частях работы: 5 заданий с выбором ответа, два задания с кратким ответом и одна качественная задача, требующая развернутого ответа. Задания высокого уровня сложности – 5 расчетных задач с развернутым ответом – составляли часть 3 варианта КИМ.

Каждый вариант содержал 10–11 заданий по механике, 7–9 заданий по молекулярной физике, 11–13 заданий по электродинамике и 6–7 заданий по квантовой физике.

По сравнению с предыдущим годом в 2011 г. значительно изменилась часть 2 экзаменационной работы: были исключены расчетные задачи с кратким ответом, а число заданий на установление соответствия увеличено вдвое. При этом расчетные задачи повышенного уровня сложности были представлены в части 1 работы, и пропорции между числом задач по различным разделам школьного курса физики и по различным видам деятельности остались практически без изменений.

Максимальный первичный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы – 51 (в 2009 и 2010 гг. – 50 баллов). Кроме того, было увеличено время на выполнение работы – 4 часа (240 мин.) вместо 210 мин.

На основе первичных баллов, выставленных за выполнение всех заданий экзаменационной работы, осуществлялся перевод в тестовые баллы по 100-балльной шкале. Минимальная граница ЕГЭ по физике 2011 г. была установлена на уровне 33 тестовых баллов, что соответствовало 10 первичным баллам.

Минимальный уровень для сдачи ЕГЭ по физике определяется объемом знаний и умений, без которых в дальнейшем невозможно продолжение образования в учреждениях

среднего профессионального и высшего профессионального образования. Экзаменуемые, набравшие не ниже минимального балла ЕГЭ по физике, должны продемонстрировать:

- понимание смысла наиболее важных физических понятий, величин и законов, относящихся к различным темам из всех разделов школьного курса физики (механика, МКТ и термодинамика, электродинамика и квантовая физика);
- выполнение заданий, требующих воспроизведения основополагающих теоретических сведений, а также применения наиболее важных законов в типовых учебных ситуациях, в том числе в простейших расчетных задачах.

#### 2.3.4. Основные результаты ЕГЭ 2011 года по физике

В целом результаты ЕГЭ по физике 2011 г. довольно заметно отличаются от результатов двух предыдущих лет. Средний первичный балл составил 22,9, что выше показателей предыдущих лет, даже с учетом увеличения максимального балла (в 2010 г. – 19,6 балла, в 2009 г. – 19,4 балла).

По 100-балльной шкале средний тестовый балл в этом году составил 51,5. Однако продолжает наблюдаться существенный разброс в результатах в зависимости от региона: средний тестовый балл варьировался от 33,7 до 61,9.

Средний тестовый балл участников, проживающих в городах, составляет 52,2, а в сельской местности – 49,6. Средний тестовый балл девушек чуть выше, чем у юношей: 51,7 и 51,4 соответственно.

В табл. 3.2 приведены итоги ЕГЭ по физике 2011 г. по диапазонам тестовых баллов, а на рис. 3.1 приведено распределение тестируемых по первичным баллам.

Таблица 3.2. Распределение участников экзамена по полученным тестовым баллам в 2011 г.

Интервал тестовых баллов	0–10	11–20	21–30	31–40	41–50	51–60	61–70	71–80	81–90	91–100	Итого
Процент участников	0,2	1,6	5,6	9,7	36,4	25,2	9,5	6,2	3,9	1,6	100,0

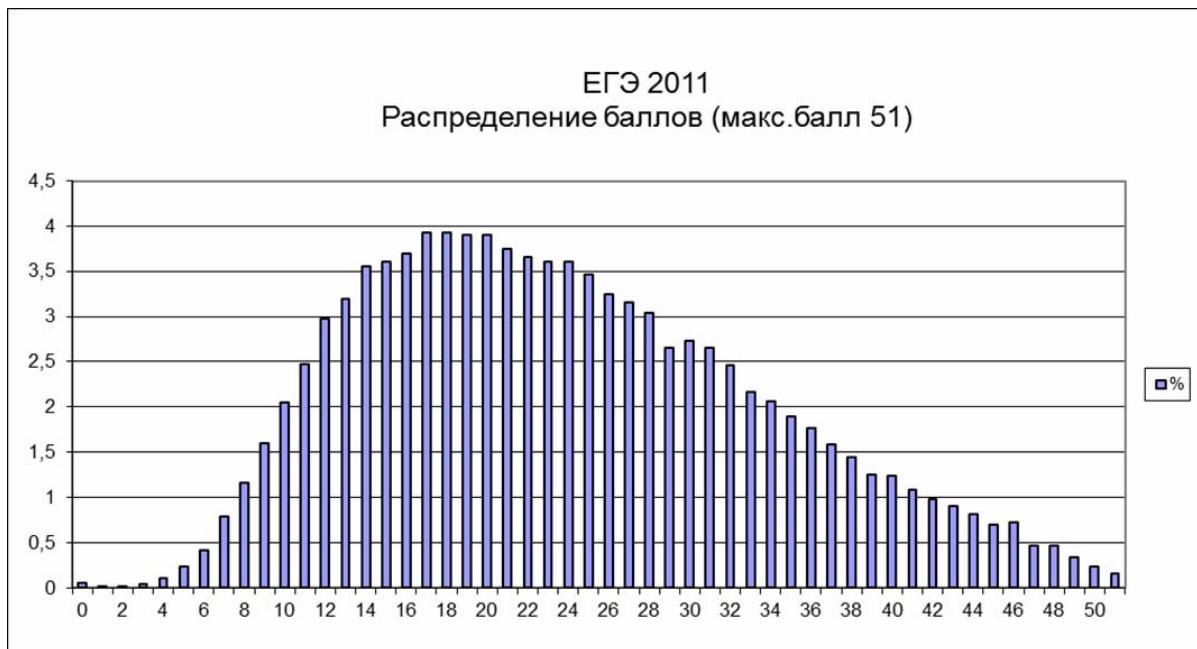


Рис. 3.1. Распределение участников экзамена по полученным первичным баллам

В 2011 г. была изменена система шкалирования. В табл. 3.3 приведены соотношения между первичными и тестовыми баллами, а также процент тестируемых, получивших указанные баллы.

Таблица 3.3. Соотношение между первичными и тестовыми баллами

Первичный балл	9	11	15	22	30	38	42
Тестовый балл	30	36	43	50	59	73	81
Процент тестируемых, получивших данный балл	95	90	75	50	25	10	5

Не преодолели порога сдачи ЕГЭ по физике 7,4% от общего числа тестируемых, в 2010 г. – 6,4%. При этом процент не набравших минимального балла среди выпускников 2011 г. составил 6,4, среди остальных категорий экзаменуемых – 23,8. По регионам доля выпускников, не сумевших преодолеть порога сдачи ЕГЭ, варьировалась от 1,1% экзаменуемых в Липецкой области до 41% экзаменуемых в Чеченской Республике.

В этом году значительно, примерно в полтора раза, возрос процент участников, набравших высокие баллы, начиная с 30 первичных, что в целом привело к существенному сдвигу «кривой распределения» вправо по сравнению с прошлым годом. В ряде регионов (Республики Башкортостан, Калмыкия, Мордовия, Карабаево-Черкесская Республика и Чувашская Республика, Брянская и Липецкая области, г. Москва) более 10% участников экзамена получили более 80 тестовых баллов.

Число выпускников, получивших на ЕГЭ по физике 100 баллов, составило в этом году 212 человек – 0,1% от общего числа сдававших экзамены (в 2010 г. – 108 человек). Лидерами здесь остаются московские школьники – 43 участника получили 100 баллов, а в г. Санкт-Петербурге, Московской и Челябинской областях по 10 выпускников набрали максимально возможный балл.

### 2.3.5. Анализ выполнения экзаменационной работы

#### 1. Владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики

Почти две трети заданий с выбором ответа в каждом из вариантов были направлены на проверку понимания *смысла физических величин и законов*. Модели заданий подбирались таким образом, чтобы осуществить диагностику усвоения этих содержательных элементов как на уровне простого узнавания формул, так и на уровне применения их при расчетах в простых учебных ситуациях. Для такого типа заданий достигнут уровень усвоения практически по всем содержательным элементам, кроме перечисленных ниже:

- закон всемирного тяготения (ошибки связаны с математическими трудностями);
- формула для энергии магнитного поля катушки с током;
- формулы, связывающие показатель преломления со скоростью света или длиной волны;
- формула для импульса фотонов.

С заданиями, проверяющими эти элементы, справляются чуть более половины выпускников. Ниже приведен пример задания, средний процент выполнения которого составляет 93.

*Пример 1.*

*Легковой автомобиль и грузовик движутся по мосту. Их массы –  $m_1 = 1000 \text{ кг}$  и  $m_2 = 3000 \text{ кг}$  соответственно. Во сколько раз потенциальная энергия грузовика относительно уровня воды больше потенциальной энергии легкового автомобиля?*

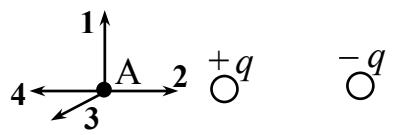
- 1) в 4 раза      2) в 3 раза      3) в 6 раз      4) в 1,5 раза

*Ответ:* 2.

Кроме заданий на понимание формул, связанных с силой Ампера и силой Лоренца, а также с напряженностью электростатического поля, , предлагались вопросы, в которых необходимо было определить направление действия силы или результирующей напряженности электростатического поля. Направление силы Лоренца правильно определяют лишь около 40% выпускников, а для определения силы Ампера основную трудность вызывают задания, где проводник с током параллелен линиям магнитной индукции и сила Ампера равна нулю. Ниже приведен пример одного из заданий на определение результирующей напряженности электростатического поля.

*Пример 2.*

На рисунке представлено расположение двух неподвижных точечных электрических зарядов  $+q$  и  $-q$  ( $q > 0$ ). Направлению вектора напряженности суммарного электрического поля этих зарядов в точке A соответствует стрелка



- 1) 1      2) 2      3) 3      4) 4

*Ответ: 4.*

Здесь второй дистрактор и верный ответ выбирались практически одинаковым числом тестируемых (по 37%). Таким образом, более 70% участников экзамена представляют, как взаимодействуют разноименные заряды, но половина из них не помнят, какое направление имеет вектор напряженности электростатического поля.

Как и в прошлом году, более низкие результаты получены по заданиям, в которых требуется проанализировать физическое явление или охарактеризовать изменение физических величин в ходе какого-либо процесса. Здесь с узнаванием явления (например, броуновского движения, диффузии, интерференции или дифракции) справляются более 70% экзаменуемых, с выбором правильного объяснения явления или процесса (например, превращение механической энергии в процессе колебаний) – в среднем половина тестируемых. К сожалению, вновь приходится констатировать наличие проблем с пониманием свойств насыщенного пара. Ниже приведен пример задания, которое имеет самый низкий процент выполнения для заданий базового уровня части 1 работы.

*Пример 3.*

В сосуде с подвижным поршнем находятся вода и ее насыщенный пар. Объем пара изотермически уменьшили в 2 раза. Концентрация молекул пара при этом

- 1) уменьшилась в 2 раза  
2) не изменилась  
3) увеличилась в 2 раза  
4) увеличилась в 4 раза

*Ответ: 2.*

Это задание правильно выполнили только 34% участников, в том числе лишь 52% выпускников из группы с высоким уровнем подготовки.

Три из четырех заданий части 2 работы были посвящены анализу различных процессов как на базовом, так и на повышенном уровне сложности. Успешно выполнены задания на изменение величин при колебаниях нитяного маятника, изменении агрегатного состояния вещества, изменении характеристик колебательного контура радиопередатчика; на изменение характеристик ядра при радиоактивных распадах и на анализ графика изменения агрегатных состояний вещества.

Не достигнут уровень усвоения для заданий на изменение величин при движении тела под углом к горизонту, изменении длины волны или частоты падающего света при фотоэффекте, изменении внутренней энергии в ходе изопроцессов, а также на анализ модуля напряженности электростатического поля внутри и вне проводящего тел.

Рассмотрим два примера таких заданий.

*Пример 4.*

*Объем сосуда с одноатомным идеальным газом уменьшили вдвое, выпустив половину газа и поддерживая температуру газа в сосуде постоянной. Как изменились в результате этого давление газа в сосуде, его плотность и внутренняя энергия?*

*Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:*

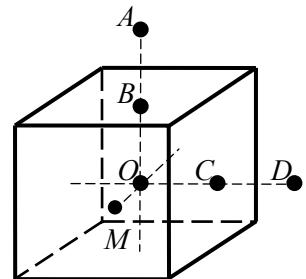
- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

*Ответ: 332.*

Этот ответ выбрали 19% участников, а еще 19% участников дали ответ 333, посчитав, что внутренняя энергия газа в этом процессе не изменяется. Но ведь температура газа не изменилась, а количество вещества уменьшилось вдвое. Значит, величина  $U = (3/2)vRT$  тоже уменьшилась вдвое. Очевидно, понятие внутренней энергии прочно связывается в умах большинства экзаменуемых только с изменением температуры газа, поскольку усвоение обеспечивается, как правило, заданиями в рамках первого начала термодинамики, в которых масса газа остается неизменной.

*Пример 5.*

*На неподвижном проводящем единичном кубике находится заряд  $Q$ . Точка  $O$  – центр кубика, точки  $B$  и  $C$  – центры его граней,  $AB = OB$ ,  $CD = OC$ ,  $OM = \frac{OB}{2}$ . Модуль напряженности электростатического поля заряда  $Q$  в точке  $A$  равен  $E_A$ . Чему равен модуль напряженности электростатического поля заряда  $Q$  в точке  $D$  и в точке  $M$ ? Установите соответствие между физическими величинами и их значениями.*



**ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА**

*А) модуль напряженности электростатического поля кубика в точке  $D$*

**ЕЕ ЗНАЧЕНИЕ**

- 1) 0
- 2)  $E_A$
- 3)  $4E_A$
- 4)  $16E_A$

*Б) модуль напряженности электростатического поля кубика в точке  $M$*

*Ответ: 21.*

Здесь только 23% участников дали верный ответ, а 35% решили, что напряженность поля в точке  $M$  равна не 0, а  $4E_A$ . Видимо, они не знают того важного факта, что внутри проводника в электростатике напряженность поля равна нулю.

## 2. Освоение методологических умений

Знакомство с основами знаний о методах научного познания проверяется в экзаменационных вариантах заданиями А24 и А25. Ниже перечислены основные умения, которые контролирующих эти задания, и средние проценты выполнения групп подобных заданий, проверяющих каждое из умений:

- определение физических величин, прямые измерения которых необходимо провести для расчета искомой величины, – 68%;
- интерпретация графиков зависимости координаты или скорости тела от времени – 61%;
- по графикам результатов эксперимента (прямая пропорциональность с учетом погрешностей измерений) вычислить коэффициент пропорциональности, соответствующей какой-либо физической величине, – 45%;
- построение графика по результатам эксперимента, представленным в табличном виде, – 51%.

Из приведенных выше сведений ясно, что о достижении уровня усвоения можно говорить лишь по первой позиции в перечне. Для остальных проверяемых умений можно выделить типичные трудности.

При интерпретации графиков движения сложность вызывают участки равноускоренного движения на графиках зависимости координаты от времени: для этих участков экзаменуемые плохо интерпретируют изменение скорости движения (уменьшается или увеличивается).

При вычислении коэффициента по графику выпускники достаточно успешно справились с группой заданий на определение теплоемкости вещества. Основные затруднения вызвали задания, в которых предлагался график зависимости напряжения на участке цепи, состоящей из двух последовательно соединенных резисторов, от сопротивления одного из этих резисторов.

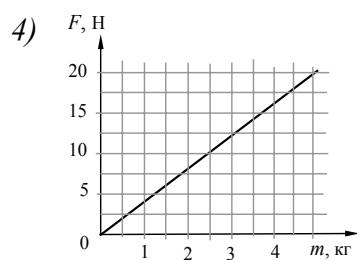
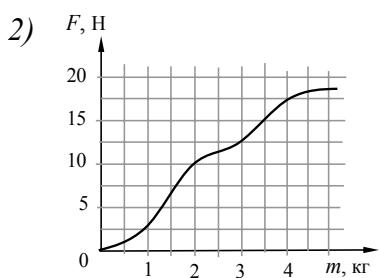
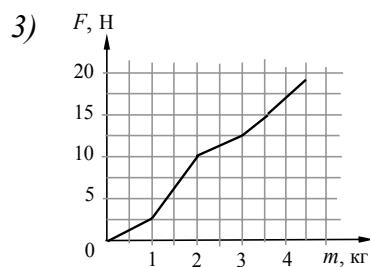
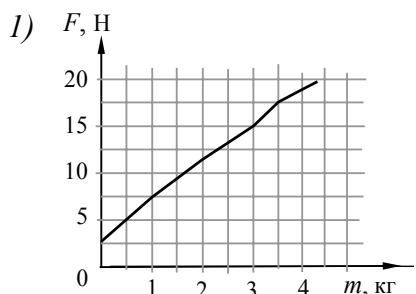
В заданиях на построение графика по табличным данным большинство тестируемых выбирают неверный ответ, в котором график представляет собой ломаную линию, проходящую точно через координаты точек таблицы. При этом лишь выпускники из группы с высоким уровнем подготовки выбирают ответ, полученный с учетом погрешностей измерений. Ниже приведен пример одного из таких заданий, в котором неверный ответ (3) выбрали около 40% экзаменуемых.

*Пример 6 (Средний процент выполнения – 34)*

*Космонавты исследовали зависимость силы тяжести от массы тела на посещенной ими планете. Результаты измерений представлены в таблице.*

$m, \text{ кг}$	1	2,5	3	3,5	4	4,5
$F, \text{ Н}$	2,5	10,0	12,5	15	17,5	18,5

*Погрешность измерения массы равна 0,1 кг, силы – 1,5 Н. Какой из графиков построен правильно с учетом всех результатов измерений и их погрешностей?*



Известно, что в рамках ЕГЭ невозможно обеспечить проверку сформированности экспериментальных умений. Однако практически в каждом варианте содержатся задания, для выполнения которых необходимо извлечь информацию из фотографии или рисунка какого-либо опыта.

Как показывает анализ таких заданий, участники ЕГЭ по физике хорошоправляются с заданиями, в которых представлены динамометры или фотографии электрических цепей. Основные сложности отмечены при выполнении заданий, проверяющих явление преломления света и знание соответствующего закона. В одной из групп заданий необходимо было вычислить коэффициент преломления, определив углы падения и преломления по транспортиру на рисунке хода лучей. Средний процент выполнения этой группы зада-

ний оказался равным 49, при этом основная трудность заключалась не в незнании формулы для коэффициента преломления, а в ошибках в выделении углов падения и преломления света.

Гораздо хуже обстоит дело с пониманием явления полного отражения света. Ниже приведен пример задания, в котором использован рисунок известного демонстрационного опыта (а на современном оборудовании для лабораторных опытов его можно наблюдать и фронтально).

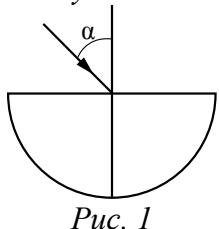
*Пример 7 (Средний процент выполнения – 24)*

*Исследовались возможные способы наблюдения полного внутреннего отражения. В первом из них узкий пучок света шел из воздуха в стекло (рис. 1), во втором – из стекла в воздух (рис. 2). (Показатель преломления стекла в обоих случаях  $n$ .) При каких углах падения возможно наблюдение этого явления?*

*К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.*

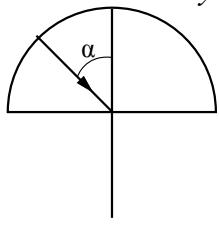
#### СПОСОБ НАБЛЮДЕНИЯ

*А) свет идет из воздуха в стекло*



*Рис. 1*

*Б) свет идет из стекла в воздух*



*Рис. 2*

#### УСЛОВИЯ НАБЛЮДЕНИЯ

1) наблюдать нельзя ни при каких углах падения

2) наблюдается при  $\alpha > \alpha_0$ , где

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$$

3) наблюдается при  $\alpha < \alpha_0$ , где

$$\sin \alpha_0 = \frac{1}{n}$$

4) наблюдается при  $\alpha > \alpha_0$ , где

$$\sin \alpha_0 = n$$

*Ответ: 12.*

Здесь у 54% отвечающих на этот вопрос в ответе вообще не присутствует цифра 1, т. е. более половины экзаменуемых, видимо, полагают, что полное внутреннее отражение наблюдается не только при переходе света в оптически менее плотную среду, но и в обратном случае. Трудно предположить такую ошибку у выпускника, который наблюдал или проделывал соответствующий опыт.

Таким образом, анализ результатов ЕГЭ выявил дефициты в области сформированности методологических умений, которые можно связать со слабым материально-техническим оснащении кабинетов физики и, соответственно, с недостаточным количеством демонстрационного и лабораторного эксперимента на уроках физики.

### 3. Решение задач

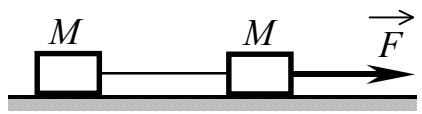
Каждый вариант КИМ содержал расчетные задачи повышенного уровня сложности в части 1 работы, качественную задачу с развернутым ответом и пять расчетных задач высокого уровня сложности.

Средний процент выполнения задач, представленных заданиями с выбором ответа (повышенного уровня сложности), составляет 56, задач с развернутым ответом – 17, в том числе расчетных задач – 14.

Среди заданий повышенного уровня наиболее успешно выполнялись задания на применение формулы для фотоэффекта, а также на уравнение Менделеева–Клапейрона. Сложности вызвали задания по механике: задачи на применение закона сохранения энергии к колебательным процессам, в которых период колебаний и амплитуду необходимо было определить по таблице (средний процент выполнения – 39), а также задачи на движение связанных тел (средний процент – 41). Ниже приведен пример одной из таких задач.

*Пример 8.*

*Два груза одинаковой массы  $M$ , связанные нерастяжимой и невесомой нитью, движутся прямолинейно по гладкой горизонтальной поверхности под действием гори-*



*зонтальной силы  $F$ , приложенной к одному из грузов (см. рисунок). Минимальная сила  $F$ , при которой нить обрывается, равна 12 Н. При какой силе натяжения нить обрывается?*

- 1) 3 Н      2) 12 Н      3) 24 Н      4) 6 Н

*Ответ: 4.*

Почти половина экзаменуемых выбрали ответ 12 Н. Если бы у школьников на уроках было время разобраться в динамике, они пришли бы к правильному ответу даже без решения, только посредством рассуждения: система грузов движется с ускорением, направленным вправо, поэтому сила натяжения нити меньше  $F$ ; далее, поскольку массы грузов одинаковы, то и равнодействующие приложенных к ним сил при одном и том же ускорении тоже одинаковы. Следовательно, подходит только ответ 6 Н.

Сравнение результатов выполнения заданий с развернутым ответом за три последних года позволяют говорить о повышении качества решения расчетных задач высокого уровня сложности. Год от года растет как число тестируемых, выполняющих часть 3 работы, так и результаты выполнения заданий с развернутым ответом. Так, если в 2009 г. к выполнению части 3 работы приступали порядка 72% тестируемых, то в этом году их доля выросла до 76%. К сожалению, 16% из приступивших к решению задач части 3 не удалось набрать ни одного балла.

Конечно, полноценные работы, в которых решены три задачи и более, присутствуют лишь в группе экзаменуемых с высоким уровнем подготовки, но в целом около 60% участников экзамена получили за выполнение части 3 работы хотя бы 1 балл.

Остановимся на результатах выполнения отдельных групп заданий.

Качественные задачи с развернутым ответом используются в ЕГЭ по физике третий год. Однако здесь никаких-либо положительных сдвигов в изменении результатов их выполнения пока не наблюдается. Несмотря на то что это задания повышенного уровня, результаты их выполнения, как и в прошлые годы, сопоставимы с результатами решения расчетных задач высокого уровня сложности.

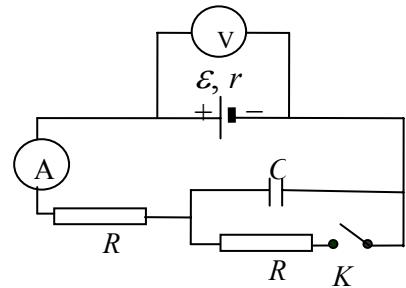
Если сравнить для группы тестируемых с высоким уровнем подготовки успешность выполнения качественных и расчетных задач, то получается следующее:

- для расчетных задач уровень усвоения (средний процент выполнения – более 50) – 75%;
- для качественных задач этот уровень – 40%.

Практически для всех качественных задач наблюдается резкая разница в проценте выпускников, получивших за решение 1 балл и 2 балла. Примером может служить приведенное ниже задание.

### Пример 9

На рисунке показана электрическая цепь, содержащая источник тока (с внутренним сопротивлением), два резистора, конденсатор, ключ  $K$ , а также амперметр и идеальный вольтметр. Как изменятся показания амперметра и вольтметра в результате замыкания ключа  $K$ ? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

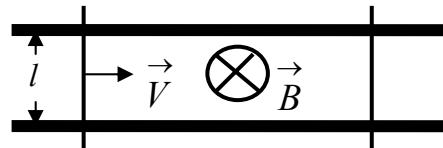


За решение этой задачи 1 балл получили 20% выпускников, 2 балла – 4% и 3 балла – 4%. Очевидно, большинство экзаменуемых, приступивших к решению качественных задач, понимают суть описываемых явлений или процессов, но испытывают серьезные трудности в построении логически связного объяснения с опорой на изученные закономерности.

Среди расчетных задач высокого уровня сложности наиболее успешными для выполнения оказались задачи на уравнение теплового баланса и задания по теме «Постоянный ток» и «Электростатика». Основные затруднения вызывали задания по темам «Магнитное поле» и «Электромагнитная индукция», например: движение проводника с током в магнитном поле по наклонной плоскости; возникновение индукционного тока в проводящем кольце в изменяющемся магнитном поле и задания, пример которого приведен ниже.

**Пример 10 (1 балл – 8%, 2 балла – 3%, 3 балла – 2%)**

Два параллельных друг другу рельса, лежащих в горизонтальной плоскости, находятся в однородном магнитном поле, индукция  $B$  которого направлена вертикально вниз (см. рисунок). Левый проводник движется

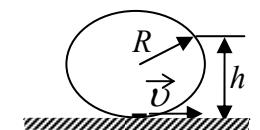


вправо со скоростью  $V$ , а правый покойится. С какой скоростью  $U$  надо перемещать правый проводник (такой же), чтобы в 3 раза уменьшить силу Ампера, действующую на левый проводник? (Сопротивлением рельсов пренебречь.)

Задачи по механике в 2011 г. имели результаты чуть ниже ожидаемых экспертных оценок. Особенno это касается группы задач, аналогичных задаче из примера 11.

### Пример 11.

Небольшая шайба после толчка приобретает скорость  $v = 2 \text{ м/с}$  и скользит по внутренней поверхности гладкого закрепленного кольца радиусом  $R = 0,14 \text{ м}$ . На какой высоте  $h$  шайба отрывается от кольца и начинает свободно падать?



Аналоги этой задачи известны более полусотни лет и широко представлены в различных школьных задачниках. Решили эту задачу, получив за работу 2 или 3 балла, лишь 7% участников экзамена. Анализ работ показывает, что выпускники допускали две основные ошибки: 1) не учитывали условия равенства нулю силы реакции опоры в момент отрыва шайбы от кольца и 2) не понимали, что в момент отрыва шайба имела не нулевую скорость.

### 2.3.6. Характеристика результатов выполнения экзаменационной работы группами выпускников с различным уровнем подготовки

Для характеристики освоения выпускниками с различным уровнем подготовки содержательных элементов школьного курса физики выделяется четыре группы. В соответствии с новой системой шкалирования, исходя из результатов экспертизы КИМ, выделяется два граничных первичных балла. Величина первого из них выбирается как наименьший первичный балл, получение которого означает усвоение участником экзамена

на основных понятий и способов деятельности, свидетельствующих об освоении требований стандарта на минимально возможном уровне. Величина второго граничного первичного балла выбирается как наименьший первичный балл, получение которого свидетельствует о высоком уровне подготовки участника экзамена, а именно о наличии системных знаний, об овладении комплексными умениями.

Для физики первый граничный балл равен 12 баллам, а второй – 33 баллам. Соответственно группа тестируемых, не набравших 12 баллов, обладает минимальным уровнем подготовки по предмету. Вторая группа, получившая по результатам экзамена от 12 до 24 первичных баллов, демонстрирует освоение содержания курса физики на базовом уровне сложности. Третья группа, результаты которой оказались в диапазоне от 25 до 32 баллов, показывает устойчивые способности к выполнению заданий повышенного уровня сложности. Четвертая группа с диапазоном первичных баллов от 33 до 51 балла способна решать самые сложные задачи и демонстрирует готовность к полноценному продолжению образования в вузе.

На рис. 3.2–3.4 показаны результаты выполнения заданий разных частей одного из экзаменационных вариантов выпускниками с различным уровнем подготовки.

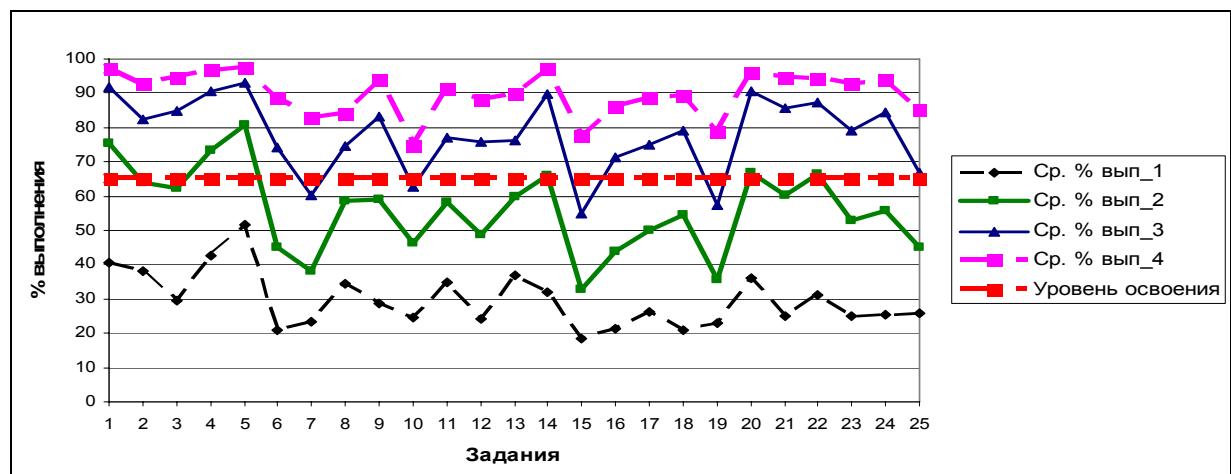


Рис. 3.2. Выполнение заданий части I работы выпускниками с различным уровнем подготовки

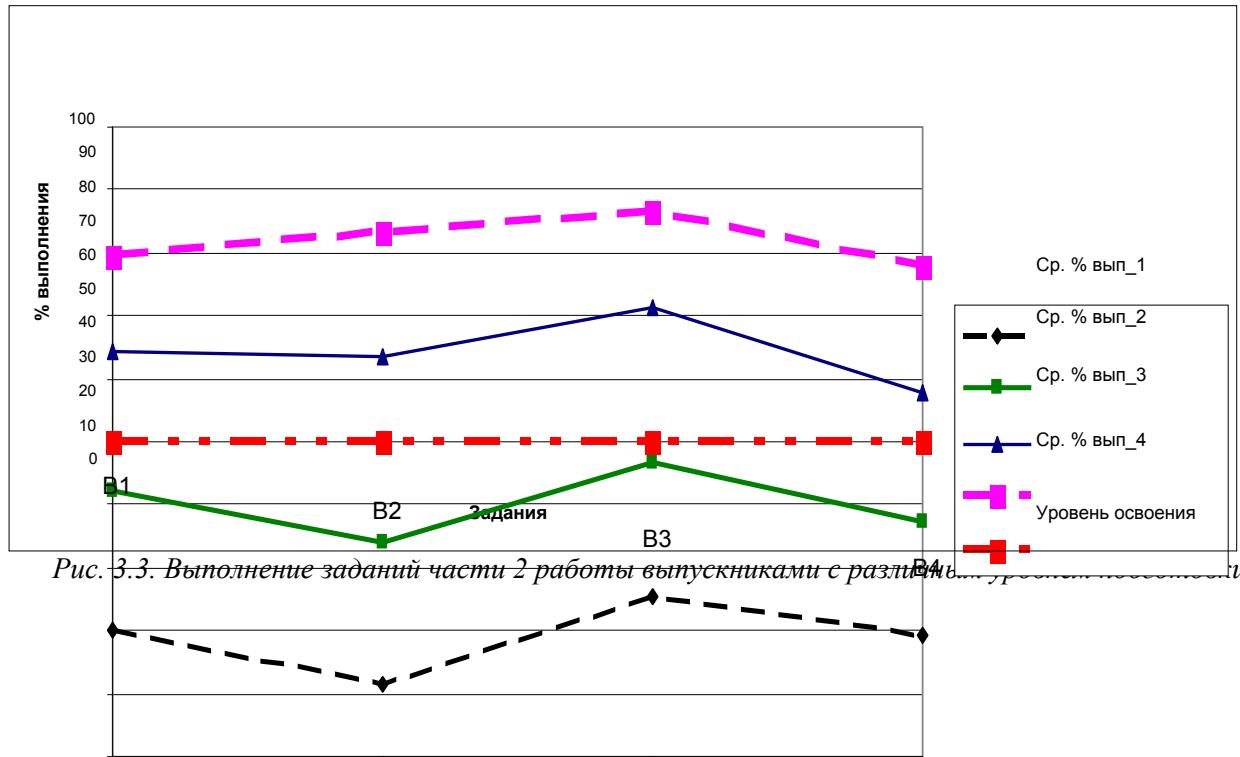
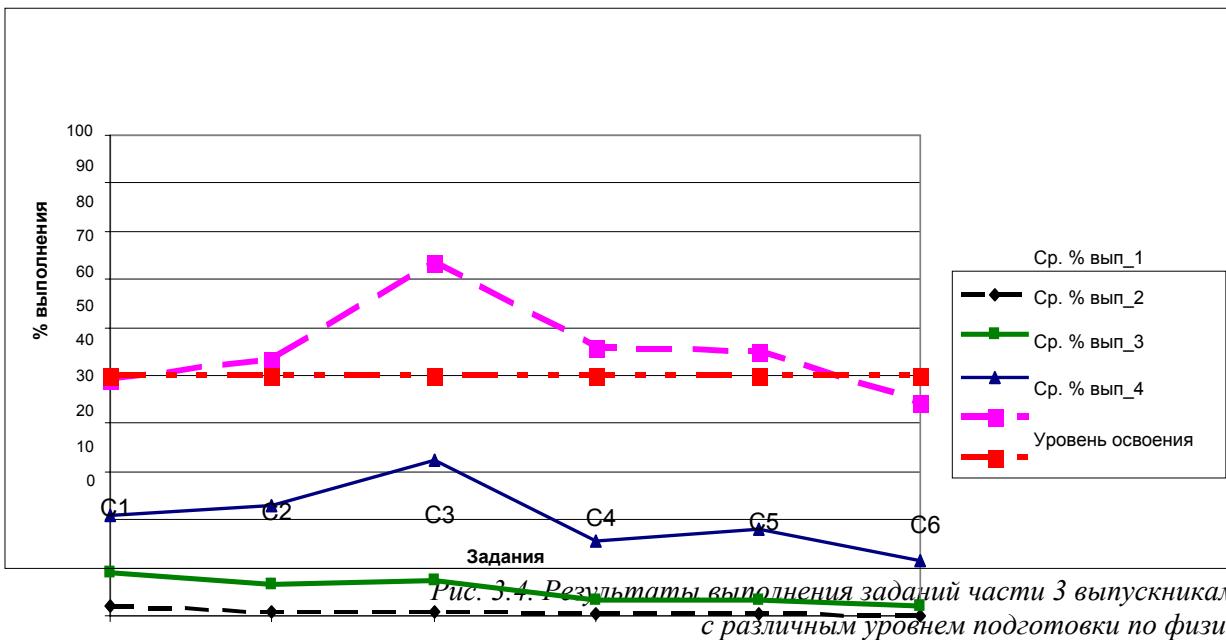


Рис. 3.3. Выполнение заданий части 2 работы выпускниками с различным уровнем подготовки



В табл. 3.4 приведено описание уровней подготовки выпускников, получивших различные тестовые баллы по результатам ЕГЭ. Группа экзаменуемых считается усвоившей тот или иной элемент знаний или умений, если средний процент выполнения задания (или группы заданий), которое проверяет данный элемент, составляет не менее 65 для заданий с выбором ответа и 50 для заданий с кратким и развернутым ответом.

Таблица 3.4. Описание подготовки выпускников 2011 г., с различным уровнем подготовки

Характеристика группы выпускников	Описание уровня подготовки выпускников
<b>Группа 1</b> Диапазон первичных баллов – 0–11 Диапазон тестовых баллов – 0–36 Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 9,0	Для данной группы нельзя выделить содержательные элементы, полностью усвоенные группой в целом. Для тестируемых с этим уровнем подготовки характерно выполнение лишь отдельных заданий по наиболее «прорабатываемым» в курсе физики понятиям
<b>Группа 2</b> Диапазон первичных баллов – 12–24 Диапазон тестовых баллов – 39–53 Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 47,3	Дополнительно к элементам содержания, освоенным выпускниками предыдущей группы, данная группа продемонстрировала владение следующим материалом. <b>Задания базового уровня</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определение ускорения по графику зависимости скорости от времени;</li> <li>– второй закон Ньютона (формула);</li> <li>– сила трения (формула);</li> <li>– сила упругости (формула);</li> <li>– направление результирующего импульса после столкновения (рисунок), импульс тела (расчет);</li> <li>– применение закона сохранения механической энергии при свободном падении;</li> <li>– узнавание диффузии и броуновского движения;</li> <li>– изменение внутренней энергии (график);</li> <li>– изменение физических величин при агрегатных превращениях;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– первый закон термодинамики;</li> <li>– закон сохранения заряда;</li> <li>– закон Кулона (формула);</li> <li>– закон Ома для участка цепи (расчет);</li> <li>– сила Ампера (формула);</li> <li>– сравнение периодов и амплитуд колебаний (график);</li> <li>– построение изображений в линзе;</li> <li>– определение интерференции и дифракции;</li> <li>– постоянство скорости света;</li> <li>– энергия фотона (формула);</li> <li>– строение ядра и атома;</li> <li>– определение недостающей частицы в ядерных реакциях;</li> <li>– определение характера изменения массового числа, заряда ядра и числа нуклонов в ядре при ядерных реакциях;</li> <li>– приборы для изучения физических явлений</li> </ul>
<b>Группа 3</b> Диапазон первичных баллов – 25–32 Диапазон тестовых баллов – 54–61 Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 23,4	<p>Дополнительно к элементам содержания, освоенным выпускниками предыдущих групп, данная группа продемонстрировала владение следующим материалом.</p> <p><b>Задания базового уровня</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– равенство нулю равнодействующей силы при равномерном движении тела;</li> <li>– сила тяжести, закон всемирного тяготения (формулы);</li> <li>– уравнения гармонических колебаний (формула);</li> <li>– превращение энергии при колебаниях нитяного маятника;</li> <li>– период колебаний пружинного и нитяного маятников;</li> <li>– объяснение броуновского движения;</li> <li>– газовые законы (расчет), графики изопроцессов;</li> <li>– относительная влажность воздуха (расчет);</li> <li>– изменение агрегатных состояний вещества (интерпретация графика);</li> <li>– расчет сопротивления цепи (смешанное соединение);</li> <li>– работа тока (формула);</li> <li>– формула Томсона;</li> <li>– период полураспада;</li> <li>– импульс фотона (формула);</li> <li>– определение величин, которые необходимо измерить для проведения косвенных измерений заданной величины.</li> </ul> <p><b>Задания повышенного уровня</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– груз на нити в воде, определение силы натяжения нити (задача);</li> <li>– применение закона сохранения энергии при движении тела по наклонной плоскости (задача);</li> <li>– применение закона сохранения энергии к колебательным процессам (задача);</li> <li>– уравнение Менделеева–Клапейрона (задача);</li> <li>– КПД теплового двигателя (задача);</li> <li>– применение закона Ома для полной цепи (задача);</li> <li>– движение заряженной частиц в магнитном поле (задача);</li> <li>– применение закона сохранения энергии, колебательный контур (задача);</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>– интерпретация диаграммы изопроцессов в идеальном газе (качественная задача);</li> <li>– применение уравнения Эйнштейна для фотоэффекта (задача);</li> <li>– изменение температуры, давления и объема газа в ходе изопроцессов;</li> <li>– напряженность электростатического поля внутри и вне проводящего тела;</li> <li>– применение закона Ома для расчета показаний измерительных приборов при смешанном соединении проводников;</li> <li>– характер изменения величин в процессе фотоэффекта</li> </ul>
<b>Группа 4</b> Диапазон первичных баллов – 33–51 Диапазон тестовых баллов – 62–100 Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 20,3	<p>Дополнительно к элементам содержания, освоенным выпускниками предыдущих групп, данная группа продемонстрировала владение следующим материалом.</p> <p><b>Задания базового уровня</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– определение направления напряженности электростатического поля;</li> <li>– определение направления магнитного поля проводника с током;</li> <li>– определение направления силы Ампера;</li> <li>– определение показателя преломления по рисунку опыта.</li> </ul> <p><b>Задания повышенного уровня</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– равноускоренное прямолинейное движение заряженной частицы в электростатическом поле (задача);</li> <li>– интерпретация графиков зависимости координаты от времени и скорости от времени;</li> <li>– нахождение физической величины по графику опыта;</li> <li>– условия наблюдения явления полного внутреннего отражения.</li> </ul> <p><b>Задания высокого уровня (задачи)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– возникновение индукционного тока в кольце, падающего сквозь магнит (качественная задача);</li> <li>– равновесие связанных тел на наклонной плоскости с учетом силы трения;</li> <li>– применение законов сохранения импульса и энергии;</li> <li>– применение уравнения теплового баланса;</li> <li>– работа газа, циклический процесс;</li> <li>– мощность в цепи постоянного тока с учетом использования односторонней проводимости диодов;</li> <li>– конденсатор в цепи постоянного тока;</li> <li>– определение условий выделения в цепи максимальной мощности;</li> <li>– движение заряженного тела в электростатическом поле;</li> <li>– сравнение изображений в линзе;</li> <li>– индукционный ток в проводящем кольце;</li> <li>– движение проводника в магнитном поле;</li> <li>– ионизация атома водорода;</li> <li>– применение уравнения Эйнштейна для фотоэффекта;</li> <li>– нагревание вещества за счет энергии альфа-частиц;</li> <li>– применение закона сохранения энергии к альфа-распаду</li> </ul>

Выпускники с минимальным уровнем подготовки (первая группа) демонстрируют выполнение отдельных заданий, что свидетельствует о бессистемности их знаний и слабой сформированности умений.

Приведем пример типичных «успешных» заданий для экзаменуемых, получивших за выполнение одного из вариантов 10 баллов (что соответствует минимальному уровню):

- определение ускорения по формуле скорости (без начальной скорости);
- явление инерции;
- узнавание формулы для силы трения;
- сравнение потенциальных энергий двух тел;
- определение участков графика, соответствующих нагреванию и кипению жидкости;
- закон Кулона (изменение силы взаимодействия при изменении зарядов тел);
- определение сопротивления по графику зависимости силы тока от напряжения;
- сила Ампера (формула);
- нахождение изображения в собирающей линзе;
- определение числа протонов и нейтронов в ядре.

Это свидетельствует о том, что наиболее простыми для этих экзаменуемых оказываются задания базового уровня по механике. По остальным же разделам, как правило, лучше выполняются задания на узнавание различных формул или проведение с ними простых расчетов. При этом данная группа тестируемых лучше выполняет задания по тем элементам, которые повторяются на обеих ступенях изучения физики (8 из 10 вопросов в приведенном выше перечне – это те элементы, которые присутствуют в обоих концентрах курса).

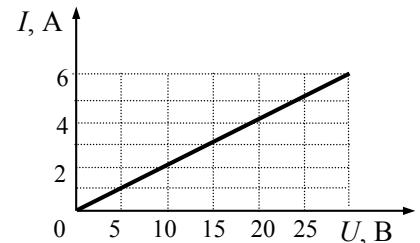
Ниже приведен пример задания, с которым справляется данная группа.

*Пример 12 (базовый уровень).*

На графике изображена зависимость силы тока в проводнике от напряжения между его концами. Чему равно сопротивление проводника?

- 1) 5 Ом
- 2) 4 Ом
- 3) 0,25 Ом
- 4) 20 Ом

*Ответ:* 1.



Вторая группа выпускников демонстрирует системные знания по всем разделам курса физики, но только при выполнении заданий базового уровня сложности. Здесь не выделяется ни одного элемента, по которому устойчиво выполнялись бы задания повышенного уровня сложности, хотя наблюдается определенный «отрыв» от предыдущей группы в тех случаях, когда необходимо использовать математические расчеты или перевод единиц измерения. Например, для заданий, аналогичных примеру 12, наличие в условии силы тока в милиамперах для первой группы резко ухудшает результаты, а для второй изменения незначительны.

Из табл. 3.4 видно, что дефициты в выполнении заданий базового уровня сложности у этой группы связаны, прежде всего, с трудностями в объяснении явлений и интерпретации графической информации. Ниже приведен пример задания, с которым успешно справляются тестируемые данной группы.

*Пример 13 (базовый уровень)*

Одно маленькое заряженное тело действует на другое с силой  $F$ . С какой силой первое тело будет действовать на второе, если заряд одного из них уменьшить в 3 раза, а заряд второго увеличить в 3 раза?

1)  $\frac{F}{9}$

2)  $9F$

3)  $\frac{F}{3}$

4)  $F$

*Ответ: 2.*

Средний процент выполнения	Процент выполнения			
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
75	31	67	93	98

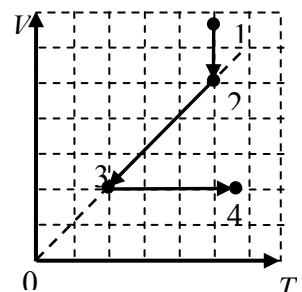
Тестируемых, относящихся по уровню подготовки к *третьей группе*, отличает от предыдущей группы усвоение ряда содержательных элементов на повышенном уровне сложности. Они демонстрируют умение решать типовые задачи, относящиеся к этому уровню сложности, по всем разделам курса физики. Проблемными здесь оказываются расчетные задачи, требующие для решения более двух формул.

Эта группа выпускников, как правило, выполняет часть 3 работы. Наиболее высокие результаты наблюдаются при решении качественных задач (С1), а для части из них этой группой достигнут уровень усвоения. Из расчетных задач высокого уровня успешнее других выполнялись задачи на уравнение теплового баланса, а также задачи по механике. Средний процент выполнения заданий высокого уровня сложности составляет для этой группы порядка 18.

Ниже приведен пример качественной задачи, с которой успешно справились выпускники этой группы.

*Пример 14 (повышенный уровень)*

На  $VT$ -диаграмме показано, как изменялись объем и температура некоторого постоянного количества разреженного газа при его переходе из начального состояния 1 в состояние 4. Как изменилось давление газа  $p$  на каждом из трех участков 1–2, 2–3, 3–4: увеличивалось, уменьшалось или же оставалось неизменным? Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности вы использовали для объяснения.



Средний процент выполнения	Процент выполнения			
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
35%	3%	31%	68%	91%

Выпускники с высоким уровнем подготовки продемонстрировали готовность к обучению в высших учебных заведениях физико-технического профиля. Для этой группы зафиксировано усвоение всех элементов на базовом уровне сложности, средний процент выполнения этих заданий превышает 90. А также отмечен достаточно высокий средний процент выполнения заданий повышенного и высокого уровней сложности: порядка 75 и 50 соответственно. Однако выделяется ряд заданий высокого уровня, по которым не достигнут уровень усвоения (процент выполнения для данной группы – менее 50). Как правило, наибольшие трудности вызывают задачи С5 (магнитное поле, электромагнитная индукция). Таким образом, данная группа тестируемых в целом отвечает требованиям стандарта, предъявляемым к выпускникам, изучавшим курс физики на профильном уровне.

Ниже приведен пример задания базового уровня, с которым в силу нетипичности формулировки справились только выпускники с самым высоким уровнем подготовки

(пример 15), а также пример расчетной задачи высокого уровня, которая не вызывает трудностей у экзаменуемых данного уровня подготовки (пример 16).

*Пример 15 (базовый уровень)*

*Магнитное поле  $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$  создано в точке A двумя*

*параллельными длинными проводниками с токами  $I_1$  и  $I_2$ ,*  
*расположенными перпендикулярно плоскости чертежа.*

*Векторы  $\vec{B}_1$  и  $\vec{B}_2$  в точке A направлены в плоскости*  
*чертежа следующим образом:*

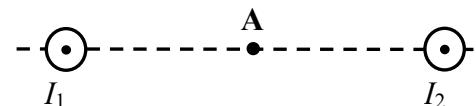
1)  $\vec{B}_1$  – вверх,  $\vec{B}_2$  – вниз

3)  $\vec{B}_1$  – вверх,  $\vec{B}_2$  – вверх

2)  $\vec{B}_1$  – вниз,  $\vec{B}_2$  – вверх

4)  $\vec{B}_1$  – вниз,  $\vec{B}_2$  – вниз

*Ответ: 1.*



Средний процент выполнения	Процент выполнения			
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
37	25	27	38	65

*Пример 16 (высокий уровень).*

*Покоящийся атом водорода в основном состоянии ( $E_1 = -13,6$  эВ) поглощает в вакууме фотон с длиной волны  $\lambda = 80$  нм. С какой скоростью движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Кинетической энергией образовавшегося иона пренебречь.*

Средний процент выполнения	Процент выполнения			
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4
16	0	4	19	57

### 2.3.7. Общие выводы и рекомендации

1. В ЕГЭ по физике в 2011 г. приняли участие 185 432 выпускника (в 2010 г. – 194 339 человек). Ежегодное уменьшение числа экзаменуемых следует отнести к общему снижению числа выпускников школ в связи с демографической ситуацией. Однако относительная доля сдающих физику в общем числе участников ЕГЭ с каждым годом немного возрастает: в 2009 г. – 21% от общего числа выпускников, в 2010 г. – 23%, в 2011 г. – 24%.

Увеличилась по сравнению с прошлым годом доля девушек, выбравших экзамен по физике: с 25% в 2010 г. до 28% в 2011 г. Соотношение между участниками экзамена, закончившими сельские и городские школы, осталось неизменным: четверть участников ЕГЭ по физике – сельские жители.

2. Результаты ЕГЭ по физике 2011 г. заметно отличаются от результатов двух предыдущих лет. Примерно в полтора раза возрос процент участников, набравших высокие баллы, начиная с 30 первичных. Средний первичный балл составил 22,9, что выше показателей предыдущих лет даже с учетом увеличения максимального балла (в 2010 г. – 19,6 балла, в 2009 г. – 19,4 балла). По 100-балльной шкале средний тестовый балл в 2011 г. составил 51,5. Однако продолжает наблюдаться существенный разброс в результатах в зависимости от региона: средний тестовый балл варьировался от 33,7 до 61,9.

3. Число выпускников, получивших на ЕГЭ по физике 100 баллов, составило в этом году 212 человек – 0,1% от общего числа сдававших экзамен (в 2010 г. – 108 человек). В г. Москве 43 участника получили 100 баллов, а в г. Санкт-Петербурге, Московской и Челябинской областях по 10 выпускников набрали максимально возможный балл.

4. Минимальная граница для сдачи ЕГЭ по физике 2011 г. была установлена на уровне 33 тестовых баллов, что соответствует 10 первичным баллам. 7,4% от общего числа тестируемых, в 2010 г. – 6,4%. При этом процент не преодолевших минимальной границы среди выпускников этого года составил 6,4, среди остальных категорий сдающих экзамен – 23,8.

Выпускники, набравшие минимальный балл, продемонстрировали уровень знаний и умений, достаточный для аттестации по курсу физики базового уровня. Они показали понимание смысла наиболее важных физических понятий, величин и законов, относящихся к различным темам из всех разделов школьного курса физики (механика, МКТ и термодинамика, электродинамика и квантовая физика); а также выполнили отдельные задания, требующие воспроизведения основополагающих теоретических сведений и применения наиболее важных законов в типовых учебных ситуациях.

5. Анализ результатов выполнения заданий КИМ ЕГЭ по физике позволяет сделать вывод об усвоении участниками экзамена наиболее важных понятий и законов по механике, молекулярной физике и термодинамике, электродинамике и квантовой физике. Выявлены недостатки в сформированности умений выделять основные свойства физических явлений, а также характеризовать изменение физических величин в ходе различных процессов.

Отмечается повышение качества решения расчетных задач как повышенного, так и высокого уровня сложности. Однако на низком уровне остаются результаты решения качественных задач, требующих построения развернутого ответа с указанием на изученные физические явления и законы.

Анализ результатов ЕГЭ выявил дефициты в области сформированности методологических умений, которые можно связать с недостаточным количеством демонстрационного и лабораторного эксперимента на уроках физики, что, в свою очередь, может быть вызвано слабым материально-техническим оснащением кабинетов физики.

6. Анализ результатов выполнения экзаменационной работы по физике выпускниками, имеющими различный уровень подготовки, выявил следующее.

– Выпускники с минимальным уровнем подготовки (9,0% от общего числа участников ЕГЭ по физике) демонстрируют низкий уровень освоения понятийного аппарата школьного курса физики. Наиболее успешными для этой группы тестируемых являются задания на действия в типовых учебных ситуациях, контролирующие элементы содержания, которые изучаются в основной и средней школе.

– Выпускники с низким уровнем подготовки (47,3%) демонстрируют системные знания наиболее важных понятий и законов по всем разделам курса физики базового уровня. Здесь не выделяется ни одного элемента, по которому устойчиво выполнялись бы задания повышенного уровня. При этом проблемы этой группы связаны в основном с трудностями в понимании характера протекания физических явлений. При поступлении в вузы физико-технического профиля данная группа участников ЕГЭ нуждается в коррекционных занятиях, без которых можно прогнозировать серьезные трудности при освоении программ высшего профессионального образования.

– Выпускников со средним уровнем подготовки (23,4%) отличает не только освоение понятийного аппарата школьного курса физики и основных методологических умений, но и способность использовать имеющийся запас знаний при решении задач повышенного уровня сложности.

– Выпускники с высоким уровнем подготовки (20,3%) продемонстрировали освоение всех требований стандарта профильного уровня изучения физики и, соответственно, готовность к успешному обучению в высших учебных заведениях физико-технического профиля. Данная группа успешно выполняет задания базового и повышенного уровней сложности по всем контролируемым элементам содержания, а также показывает умение решать расчетные задачи высокого уровня.

7. На основании анализа результатов выполнения заданий ЕГЭ по физике, а также качества проверки экспертами заданий с развернутым ответом можно рекомендовать внести следующие изменения в контрольные измерительные материалы ЕГЭ по физике в 2012 г.:

- расширить спектр проверяемых методологических умений, а также увеличить долю заданий с использованием фотографий и рисунков экспериментальных установок;
- увеличить долю заданий базового уровня сложности, проверяющих умения различать характер протекания физических явлений и объяснять их;
- в соответствии с новой системой шкалирования объединить в части 3 работы все задания (с выбором ответа и развернутым ответом), проверяющие умение решать задачи по физике;
- усовершенствовать системы оценивания заданий с развернутым ответом.

В следующем году планируется внести в экзаменационные варианты ЕГЭ по физике некоторые изменения, на которые необходимо обратить внимание при организации обобщающего повторения при подготовке к экзамену.

Прежде всего, это касается изменения структуры части 3 работы, в которую объединяются все задания, проверяющие решение задач. Эта часть работы будет включать четыре расчетные задачи повышенного уровня сложности, представленные в виде заданий с выбором ответа (А22–А25), и шесть заданий с развернутым ответом – качественную задачу повышенного уровня сложности (С1) и пять расчетных задач высокого уровня (С2–С6).

Таким образом, в каждом варианте будет присутствовать одна качественная задача по любому из разделов курса физики и девять расчетных задач: три по механике, две по МКТ и термодинамике, три по электродинамике и одна по квантовой физике. Такое изменение структуры позволит не только наглядно увидеть «вузовскую» часть экзаменационной работы, но и обеспечить баланс проверяемых содержательных элементов, используемых при решении задач.

При подготовке к ЕГЭ целесообразно выстраивать контроль над усвоением материала таким образом, чтобы обеспечивать отдельную проверку усвоения понятийного аппарата и проверку умения решать задачи по каждой из тем школьного курса физики: в первом случае целесообразно использовать проверочные работы, составленные из заданий с выбором ответа и кратким ответом, а во втором – из задач, представленных заданиями как с выбором ответа, так и с развернутым ответом.

Поскольку наибольшие трудности отмечаются по результатам ЕГЭ при выполнении качественных задач, то на них следует обратить особое внимание. Необходимо при проведении любых контрольных мероприятий использовать качественные задачи, при решении которых учащиеся должны представить развернутый логически обоснованный ответ в устной или письменной форме.

Для заданий с развернутым ответом предложены усовершенствованные системы оценивания. Для качественных задач несколько ужесточается выставление 1 и 2 баллов. Так, при записи правильного ответа, но без каких-либо объяснений и указаний на явления и законы нельзя будет получить даже балл.

В расчетных задачах изменены требования к полному верному ответу. Так, решение части задач, как правило, сопровождается рисунком с указанием различных физических величин (задачи по кинематике, динамике, геометрической оптике). В новых требованиях будет указываться обязательное наличие рисунка (например, с правильным построением изображения или верным указанием всех действующих на тело сил), а ошибка в рисунке приведет к снижению максимального балла за предъявленное решение.

Кроме того, от тестируемых потребуется словесное указание названия всех вновь вводимых при решении задачи физических величин. Как показывает практика проверки

заданий с развернутым ответом, без таких указаний невозможно отличить содержательную ошибку в формуле (законе) от случайной ошибки в математических преобразованиях.

Наиболее существенным изменением является требование (пока лишь для части из задач) записи комментариев, обосновывающих использование указанных в решении законов и формул для ситуации данной конкретной задачи. Так, от экзаменуемых потребуется указание на физическую модель, которую можно применить в описываемой ситуации и комментарии, обосновывающим, почему можно применить именно эту модель с соответствующим набором законов и формул.

При проверке усвоения понятийного аппарата традиционно фиксируются затруднения для заданий базового уровня, в которых требуется определить свойство какого-либо явления или объяснить условия его протекания. Поэтому при подготовке к экзамену рекомендуется обратить внимание на повторение особенностей явлений: тепловое расширение, броуновское движение, диффузия, свойства паров, электростатическая индукция и поляризация диэлектриков, электромагнитная индукция, преломление света, дисперсия света, явление фотоэффекта. Особое внимание целесообразно уделить превращению энергии в различных процессах: при различных видах движения тел (без действия сил сопротивления) и особенно при колебательных процессах; при движении тел (с учетом силы трения); при изменении агрегатных состояний вещества; в колебательном контуре. Именно эти элементы содержания оказываются наиболее сложными по результатам ЕГЭ по физике.

Анализ результатов ЕГЭ по физике показывает, что одним из наиболее существенных дефицитов является уровень сформированности методологических умений. К сожалению, в рамках единого экзамена невозможно определить, как выпускники владеют экспериментальными умениями. Но, постепенно расширяя спектр умений, проверяемых двумя последними заданиями части 1 работы, а также используя задания по фотографиям и рисункам опытов, ЕГЭ позволяет в некоторой степени противостоять отказу от эксперимента на уроках физики.

В следующем году совокупность заданий по проверке методологических умений будет обеспечивать проверку следующих элементов:

- запись показаний приборов при измерении физических величин (амперметр, вольтметр, мензурка, термометр, гигрометр);
- правильное включение в электрическую цепь электроизмерительных приборов;
- запись результатов вычисления физической величины с учетом необходимых округлений (по заданной абсолютной погрешности);
- выбор физических величин, необходимых для проведения косвенных измерений;
- выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе;
- определение параметра по графику, отражающему экспериментальную зависимость физических величин (с учетом абсолютных погрешностей);
- определение возможности сравнения результатов измерения двух величин, выраженных в разных единицах;
- на основе анализа хода опыта выявление несоответствия порядка проведения опыта предложенной гипотезе;
- построение графика по экспериментальным данным (с учетом абсолютных погрешностей измерений);
- анализ результатов опыта, представленного в виде графика или таблицы и формулировка вывода;
- расчет параметра физического процесса по результатам опыта, представленного в виде таблицы;
- анализ применимости физических моделей.

Для проверки каждого из перечисленных выше умений разработаны модели заданий с выбором ответа. Кроме того, в качестве задания С1 в одной из серий вариантов бу-

дет использоваться новая модель задания. Будет предложено описать проведение опыта по наблюдению какой-либо зависимости физических величин или какого-либо явления, перечислив все необходимые для проведения опыта материалы и оборудование. Более подробно узнать о новых типах заданий, познакомиться с примерами их формулировки и системой оценивания можно будет на страницах журналов «Физика в школе» и «Физика» (Издательский дом «Первое сентября»).

**Основные характеристики экзаменационной работы  
единого государственного экзамена 2011 г. по ФИЗИКЕ**

*Обозначение заданий в работе и бланке ответов: А – задания с выбором ответа, В – задания с кратким ответом, С – задания с развернутым ответом.*

*Обозначение заданий в соответствии с уровнем сложности: Б – задания базового уровня сложности; П – задания повышенного уровня сложности; В – задания высокого уровня сложности.*

№	Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Коды элементов содержания	Коды проверяемых умений	Уровень сложности задания	Макс. балл за выполнение задания	Средний процент выполнения
<b>Часть 1</b>							
1	A1	Кинематика	1.1.1–1.1.8	1, 2.1–2.4	Б	1	80,5%
2	A2	Кинематика, законы Ньютона	1.1.5–1.1.8, 1.2.1–1.2.8	1, 2.1–2.4	Б	1	71,7%
3	A3	Силы в природе	1.2.9–1.2.13	1, 2.1–2.4	Б	1	71,2%
4	A4	Силы в природе, импульс, закон сохранения импульса	1.2.9–1.2.13, 1.4.1–1.4.2	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	79,4%
5	A5	Механическая энергия, работа, закон сохранения энергии	1.4.4–1.4.9	1, 2.1–2.4	Б	1	84,5%
6	A6	Статика, механические колебания и волны	1.3.1–1.3.6, 1.5.1–1.5.9	1, 2.1–2.4	Б	1	58,6%
7	A7	Механика	1.1–1.5	2.1–2.4, 2.6	П	1	51,2%
8	A8	МКТ	2.1.1–2.1.10	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	65,3%
9	A9	МКТ	2.1.7–2.1.12	1, 2.1–2.4	Б	1	69,0%
10	A10	МКТ, термодинамика	2.1.13–2.1.17, 2.2.1–2.2.6	1, 2.1–2.4	Б	1	53,8%
11	A11	Термодинамика	2.2.1–2.2.10	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	67,3%
12	A12	Молекулярная физика, термодинамика	2.1–2.2	2.1–2.4, 2.6	П	1	61,0%
13	A13	Электростатика	3.1.1–3.1.13	1, 2.1–2.4	Б	1	67,6%
14	A14	Постоянный ток	3.2.1–3.2.10	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	74,9%
15	A15	Магнитное поле, электромагнитная индукция	3.3.1–3.4.7	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	45,7%
16	A16	Электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны	3.4.1–3.4.7, 3.5.1–3.5.7	1, 2.1–2.4	Б	1	56,8%
17	A17	Оптика	3.6.1–3.6.10	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	61,5%
18	A18	Элементы СТО, оптика	3.6.1–3.6.13, 4.1	1, 2.1–2.4	Б	1	64,3%

19	A19	Электродинамика	3.1–3.6	2.1–2.4, 2.6	П	1	48,4%
20	A20	Корпускулярно-волновой дуализм, физика атома	5.1.1 –5.1.8 5.2.1–5.2.4	1, 2.1–2.4	Б	1	75,6%
21	A21	Физика атома, физика атомного ядра	5.2.1–5.2.4 5.3.1–5.3.5	1, 2.1–2.4	Б	1	70,1%
22	A22	Физика атомного ядра	5.3.1–5.3.5	1, 2.1–2.4	Б	1	73,9%
23	A23	Квантовая физика	5.1–5.3	2.1–2.4, 2.6	П	1	64,6%
24	A24	Механика – квантовая физика (методы научного познания)	1.1–5.3	2.5	Б	1	67,6%
25	A25	Механика – квантовая физика (методы научного познания)	1.1–5.3	2.5	П	1	56,7%

### Часть 2

26	B1	Механика – квантовая физика.	1.1–5.3	1, 2.1–2.4	Б	2	53,0%
27	B2	Механика – квантовая физика.	1.1–5.3	1, 2.1–2.4	П	2	48,8%
28	B3	Механика – квантовая физика.	1.1–5.3	1, 2.1–2.4	Б	2	58,7%
29	B4	Механика – квантовая физика.	1.1–5.3	1, 2.1–2.4	П	2	48,6%

### Часть 3

30	C1	Механика – квантовая физика (качественная задача)	1.1–5.3	2.6, 3	П	3	19,3%
31	C2	Механика (расчетная задача)	1.1–1.5	2.6	В	3	19,3%
32	C3	Молекулярная физика (расчетная задача)	2.1–2.2	2.6	В	3	25,9%
33	C4	Электродинамика (расчетная задача)	3.1–3.6	2.6	В	3	16,6%
34	C5	Электродинамика (расчетная задача)	3.1–3.6	2.6	В	3	16,8%
35	C6	Квантовая физика (расчетная задача)	5.1–5.3	2.6	В	3	12,7%

Всего заданий – 35, из них по типу заданий: А – 25, В – 4, С – 6;

по уровню сложности: Б – 22, П – 8, В – 5.

Максимальный первичный балл за работу – 51.

Общее время выполнения работы – 240 мин.