

2.3 ФИЗИКА

2.3.1. Характеристика целей и объектов контроля

Контрольные измерительные материалы ЕГЭ по физике позволяют установить уровень освоения выпускниками Федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования. Результаты единого государственного экзамена по физике являются основой для дифференциации абитуриентов при поступлении в образовательные учреждения среднего профессионального и высшего профессионального образования. Эти цели и определяют выбор объектов контроля, отбор содержания и структуры КИМ ЕГЭ по физике.

Приоритетом при конструировании экзаменационной работы является необходимость проверки предусмотренных стандартом видов деятельности: усвоение понятийного аппарата курса физики, овладение методологическими знаниями, применение знаний при объяснении физических явлений и при решении задач. В рамках технологии единого государственного экзамена невозможно обеспечить диагностику экспериментальных умений, поэтому в варианты включаются задания по фотографиям реальных физических опытов, которые диагностируют овладение частью экспериментальных умений.

На решение задач повышенного и высокого уровней сложности отводится 43% от максимального первичного балла, так как этот вид деятельности является наиболее важным для успешного продолжения образования. Здесь проверяются умения 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.

Каждый вариант экзаменационной работы включает в себя контролируемые элементы содержания из всех разделов школьного курса физики, при этом для каждого раздела предлагаются задания трех уровней сложности. Для проверки наиболее важных содержательных элементов используется несколько заданий разных уровней сложности. Количество заданий по тому или иному разделу определяется его содержательным наполнением и пропорционально учебному времени, отводимому на его изучение в соответствии с примерной программой по физике. Различные планы, по которым конструируются экзаменационные варианты, строятся по принципу содержательного дополнения так, что в целом все серии вариантов обеспечивают диагностику освоения всех включенных в кодификатор содержательных элементов.

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 выпускников к продолжению образования в ссузах и вузах.

2.3.2. Краткая характеристика участников экзамена 2012 года

В ЕГЭ по физике в 2012 г. приняло участие 206 029 выпускников. В таблице 3.1 приведены данные об участниках экзамена в сравнении с тремя предыдущими годами.

Таблица 3.1. Участники ЕГЭ по физике в 2009–2012 гг.

Год	Число участников ЕГЭ по физике	В % к общему числу участников ЕГЭ
2009	205 379	21,0
2010	194 208	23,2
2011	185 450	25,6
2012	205 988	26,2

В этом году количество участников ЕГЭ по физике сравнялось с показателями 2009 г., а в процентном отношении превысило четверть от общего числа сдающих ЕГЭ.

Число тестируемых по физике существенно различается по регионам. Так, наибольшее число участников экзамена – в г. Москве (11 104), в Республике Башкортостан (9187), в Московской области (7940), в Ростовской области (6963), в Республике Татарстан (6666), в г. Санкт-Петербурге (6322); наименьшее – в Чукотском (89) и в Ненецком (46) автономных округах.

Немного увеличилась (с 28% до 30%) по сравнению с прошлым годом доля девушек, выбравших экзамен по физике. Соотношение между участниками экзамена, закончившими сельские и городские школы, осталось неизменным: четверть участников ЕГЭ по физике – сельские жители.

2.3.3. Краткая характеристика КИМ ЕГЭ по физике 2012 года

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из 3 частей и включает в себя 35 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержит 21 задание с выбором ответа; часть 2 – 4 задания, к которым требуется дать краткий ответ, а часть 3 – 10 заданий, объединенных общим видом деятельности – решение задач.

В экзаменационной работе контролируются знания и умения из следующих разделов (тем) курса физики: механика (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны), молекулярная физика (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика), электродинамика и основы СТО (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, основы СТО), квантовая физика (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра).

Задания базового уровня включены в часть 1 работы (21 задание с выбором ответа) и в часть 2 (1 задание с кратким ответом). Задания повышенного уровня сосредоточены в частях 2 и 3 экзаменационной работы: 3 задания с кратким ответом части 2, 4 задания с выбором ответа и 1 задание с развернутым ответом в части 3. Пять заданий части 3 являются заданиями высокого уровня сложности и проверяют умение использовать физические теории и законы в измененной или новой ситуации.

Задания с выбором ответа оцениваются в 1 балл. Задания с кратким ответом оцениваются максимально в 2 балла. Задания с развернутым ответом оцениваются двумя экспертами с учетом правильности и полноты ответа. Максимальный первичный балл за задания с развернутым ответом – 3.

По сравнению с предыдущим годом изменена структура варианта при сохранении общего числа и типологии заданий. В часть 3 работы вынесены все задачи по физике. Такая структура части 3 работы наглядно демонстрирует требования, предъявляемые к абитуриентам физико-технических вузов.

Максимальный первичный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы (51) и общее время выполнения работы (240 минут) не изменились.

На основе баллов, выставленных за выполнение всех заданий работы, подсчитывается количество баллов по 100-балльной шкале, которое фиксируется в свидетельстве о результатах ЕГЭ.

Минимальная граница ЕГЭ по физике 2012 г. была установлена на уровне **36 тестовых баллов**. По сравнению с предыдущим годом минимальная граница была повышена с 10 до **11 первичных баллов**.

Для проведения экзамена в 2012 г. было подготовлено 10 серий параллельных вариантов, созданных по разным планам. Серии вариантов различались контролируруемыми элементами содержания и видами деятельности для одной и той же линии заданий, но в целом имели одинаковый средний уровень сложности и соответствовали обобщенному плану.

2.3.4. Основные результаты ЕГЭ 2012 года по физике

Результаты ЕГЭ по физике 2012 г. оказались несколько ниже показателей прошлого года. Средний первичный балл составил 20,1 (в 2011 г. – 22,9).

В 100-балльной шкале средний тестовый балл в 2012 г. составил 47,3. Продолжает наблюдаться существенный разброс в результатах в зависимости от субъекта РФ: средний тестовый балл по регионам варьировался от 36 до 55,8.

Средний тестовый балл участников, живущих в городах, составляет 47,7, а в сельской местности – 45,9. Средний тестовый балл девушек и юношей примерно одинаков: 47,1 и 47,3 соответственно.

В таблице 3.2 приведены итоги ЕГЭ по физике 2012 г. по тестовым баллам, а на рис. 3.1 приведено распределение тестируемых по первичным баллам.

Таблица 3.2. Распределение участников экзамена по полученным тестовым баллам в 2012 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	0,3	1,8	7,8	12,8	44,1	20,8	6,5	3,6	1,8	0,5	100,0



Рис. 3.1. Распределение участников экзамена по полученным первичным баллам

Существенно вырос процент участников экзамена, не преодолевших границу минимального балла. По результатам этого года 12,6% участников экзамена не смогли продемонстрировать знания, достаточные для получения сертификата ЕГЭ по физике. (В 2011 г. – 7,4% при минимальном балле, равном 10 первичным баллам). По субъектам РФ процент участников экзамена, не преодолевших минимальную границу, варьировался от 3,8 до 41%. Наименьший процент участников ЕГЭ, не преодолевших минимальную границу – в Республике Мордовия, г. Москве, Чувашской Республике, Республике Калмыкия, Калужской, Брянской и Орловской областях.

По сравнению с прошлым годом снизился процент участников экзамена, набравших высокие баллы: выше 33 первичных баллов или от 62 до 100 тестовых баллов. В существующей системе шкалирования этот интервал соответствует последнему участку на диаграмме (см.рис.3.1), означающему готовность к успешному продолжению образования в высших учебных заведениях. В этом году эта группа составила 11,7% от общего числа сдававших ЕГЭ по физике (в 2011 г. – 16,7%). В отдельных регионах число высокобалльников составило более 20%: г. Москва, Республика Северная Осетия–Алания, Республика Мордовия, Чувашская Республика, Брянская область.

Число тестируемых, набравших максимально возможный балл, составило в этом году 44 человека (в 2011 г. – 206 человек). Лидируют по числу 100-балльников г. Москва и Московская область.

2.3.5. Анализ выполнения экзаменационной работы

2.3.5.1. Владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики

Владение выпускниками понятийным аппаратом школьного курса физики проверялось заданиями базового уровня части 1 работы и заданиями повышенного уровня с кратким ответом части 2. Средний процент выполнения всех заданий по разделу «Механика» составил 65%, по разделу «МКТ и термодинамика» – 66%; по разделу «Электродинамика» – 49%; а по разделу «Квантовая физика» – 65%. Таким образом, по всем разделам, кроме электродинамики, можно говорить об усвоении понятийного аппарата на базовом уровне. Более низкие результаты по электродинамике объясняются тем, что в этом разделе предлагалось больше заданий на объяснение явлений и процессов, что традиционно более сложно, чем воспроизведение формул или их применение для несложных вычислений.

Из 19 заданий части 1 более половины контролировали усвоение основных законов и формул, связывающих изученные физические величины. Как и в прошлом году, можно говорить о наиболее высоких образовательных результатах в данном виде деятельности. Так, граница усвоения достигнута для групп заданий, проверявших следующие элементы содержания: вычисление пути при равномерном движении, закон сложения скоростей, формулы для вычисления скорости и перемещения при равноускоренном движении, принцип суперпозиции сил, закон Гука, сила трения, кинетическая энергия, потенциальная энергия, импульс тела, связь температуры газа со средней кинетической энергией теплового движения его частиц, основное уравнение МКТ, уравнение Менделеева–Клапейрона, внутренняя энергия, первый закон термодинамики, количество теплоты, энергия фотона, период полураспада, применение законов сохранения заряда и массового числа для ядерных реакций. Ниже приведен пример типичного задания, с которым справляется более 70% тестируемых.

Пример 1

Первоначальное давление газа в сосуде равнялось p_0 . Увеличив объём сосуда, концентрацию молекул газа уменьшили в 3 раза и одновременно в 2 раза увеличили среднюю энергию хаотичного движения молекул газа.

В результате этого давление p газа в сосуде стало равным

- 1) $\frac{4}{3}p_0$ 2) $2p_0$ 3) $\frac{2}{3}p_0$ 4) $\frac{1}{3}p_0$

Ответ: 3

Исключением здесь является группа заданий на определение относительной влажности воздуха, которая успешно выполнялась только самой сильной группой по уровню подготовки (см. пример 16). Так же как и в прошлом году, наблюдаются затруднения при определении направления силы Ампера (средний процент выполнения – 38%), силы Лоренца (57%) и напряженности электростатического поля (для заданий с учетом принципа суперпозиции электрических полей средний процент выполнения – 51%).

К сожалению, уровень усвоения не достигнут для групп заданий базового уровня, проверяющих некоторые фундаментальные физические законы: первый закон Ньютона, третий закон Ньютона, закон сохранения импульса, постулаты Бора.

Чуть более половины тестируемых верно выбирают условие, при котором систему отсчета, связанную с движущимся телом, можно считать инерциальной. В среднем 55% выпускников правильно указывают на равенство модулей сил между взаимодействующими телами. Так, в приведенном ниже примере лишь 44% выбрали верный ответ, а еще около 30% посчитали, что со стороны груза на канат должна действовать сила, равная силе тяжести груза.

Пример 2

Подъёмный кран поднимает груз с постоянным ускорением. На груз со стороны каната действует сила, равная $8 \cdot 10^3$ Н. На канат со стороны груза действует сила,

- 1) меньше $8 \cdot 10^3$ Н
- 2) больше $8 \cdot 10^3$ Н
- 3) равная $8 \cdot 10^3$ Н
- 4) равная силе тяжести, действующей на груз

Ответ: 3

В двух группах заданий требовалось определить суммарный импульс двух тел после столкновения, в одном случае – указать его направление, а во втором – модуль изменения импульса. Результаты выполнения в обоих случаях оказались в среднем около 45%.

В заданиях, проверяющих понимание постулатов Бора, основная ошибка заключалась в том, что экзаменуемые путали процессы поглощения и испускания света атомом, верно определяя при этом энергию фотона.

Следует отметить, что использование в заданиях на проверку различных формул и законов графиков, из которых необходимо вычленить соответствующую информацию, практически не влияет на успешность их выполнения. Однако представление информации в таблице существенно снижает результаты выполнения. Это положение хорошо иллюстрирует приведенное ниже задание.

Пример 3

В таблице представлены данные о положении шарика, колеблющегося вдоль оси Ox , в различные моменты времени.

t, c	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, мм$	0	2	5	10	13	15	13	10	5	2	0	-2	-5	-10	-13	-15	-13

Каков период колебаний шарика?

- 1) 3,2 с
- 2) 1 с
- 3) 2 с
- 4) 4 с

Ответ: 4

Лишь около 40% экзаменуемых верно определили период, а еще столько же выбрали ответ 3, в котором указано значение, равное половине периода.

Часть заданий В3 и В4 с кратким ответом также были направлены на проверку основных законов и формул. В заданиях повышенного уровня необходимо было дополнительно осуществить какие-либо преобразования для получения требуемого вида соответствующей формулы. Здесь также зафиксированы средние проценты выполнения более 50%, что для заданий повышенного уровня соответствует уровню усвоения. Так, например, с заданиями на определение вида формул для скорости и пути при равноускоренном движении справились в среднем 66%, а с определением вида формул для расчета длины волны и частоты света при переходе световой волны из воздуха в воду – 54%.

В этом году увеличилось количество заданий, контролирующих понимание различных физических явлений и процессов. Лишь для четырех элементов содержания можно говорить об усвоении на базовом уровне: виды теплопередачи, насыщенные и ненасыщенные пары, эквипотенциальность поверхности заряженного проводника, построение изображения в линзе.

Ниже приведены средние проценты выполнения для остальных групп заданий, проверяющих данный вид деятельности:

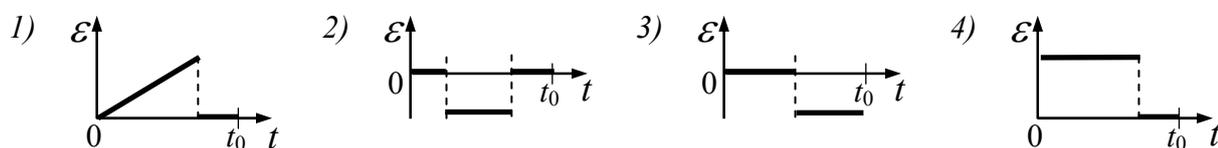
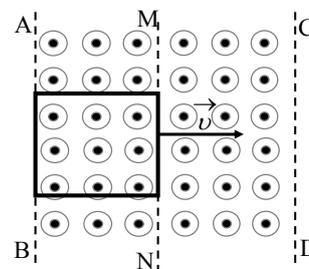
- напряженность электростатического поля внутри проводника – 46%;
- независимость работы сил электростатического поля от траектории перемещения заряда – 47%;

- электромагнитная индукция – 30%;
- электромагнитные волны (диапазоны) – 51%;
- преломление света – 49%;
- дифракция света – 53%;
- интерференция света – 40%;
- явление фотоэффекта – 48%.

Самыми сложными оказались задания на возникновение ЭДС индукции в рамке, движущейся в магнитном поле. Ниже приведен пример одного из таких заданий.

Пример 4

В некоторой области пространства, ограниченной плоскостями AB и CD , создано однородное магнитное поле. Металлическая квадратная рамка движется с постоянной скоростью \vec{v} , направленной вдоль плоскости рамки и перпендикулярно его силовым линиям. На каком из графиков правильно показана зависимость от времени ЭДС индукции в рамке, если в начальный момент времени рамка начинает пересекать линию MN (см. рисунок), а в момент времени t_0 задней стороной пересекает линию CD ?



Ответ: 3

В этом задании около 40% экзаменуемых выбрали ответ 4, считая, что ЭДС индукции возникает при равномерном движении рамки в однородном магнитном поле, а на выходе из поля ЭДС исчезает.

В части 2 работы задания В1 и В2 контролировали умение определять характер изменения физических величин при протекании различных процессов. Средний процент выполнения этих заданий – 43%, а требуемый уровень овладения продемонстрирован только для группы заданий, проверяющих изменение парциальных давлений и давление смеси газов при изменении массы газа в сосуде. Наиболее сложными оказались задания на анализ явления фотоэффекта. Пример одного из таких заданий приведен ниже.

Пример 5

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался красный светофильтр, а во второй – жёлтый. В каждом опыте измеряли напряжение запирания. Как изменяются длина световой волны, напряжение запирания и кинетическая энергия фотоэлектронов?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличится
- 2) уменьшится
- 3) не изменится

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Длина световой волны	Напряжение запирания	Кинетическая энергия фотоэлектронов

Ответ: 211

Здесь 15% тестируемых получили 2 балла, а 29% – лишь 1 балл, сделав ошибку в определении характера изменения одной из величин. При этом практически все они правильно

определяют изменение длины волны, но считают, что либо напряжение запирающего, либо кинетическая энергия фотоэлектронов останутся неизменными.

Понимание физических моделей ограничивалась в этом году проверкой моделей строения газов, жидкостей и твердых тел (средний процент выполнения – 72%), модели идеального газа (48%) и модели атома Резерфорда (46%). Ниже приведен пример одного из таких заданий, с которым справились 53% тестируемых.

Пример 6

Опыты Э. Резерфорда по рассеянию α -частиц показали, что

А. почти вся масса атома сосредоточена в ядре.

Б. ядро имеет положительный заряд.

Какое(-ие) из утверждений правильно(-ы)?

1) только А

2) только Б

3) и А, и Б

4) ни А, ни Б

Ответ: 3

По результатам экзамена можно сделать вывод об усвоении лишь моделей строения газов, жидкостей и твердых тел.

2.3.5.2. Освоение методологических умений

В КИМ 2012 г. проверялись следующие методологические умения:

– выбор установки опыта по заданным гипотезам – 67%;

– запись интервала значений прямых измерений с учетом заданной погрешности – 71%;

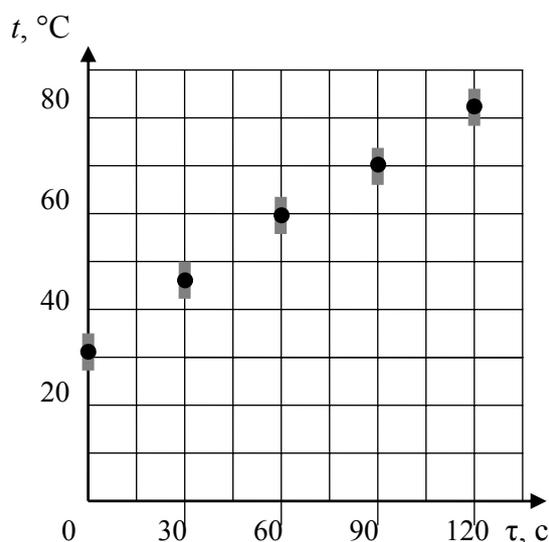
– понимание результатов опытов, представленных в виде графиков (для цепи постоянного тока), – 62%;

– определение полезной мощности нагревателя с учетом графика по данным опыта – 41%.

В целом можно говорить о хороших результатах в освоении проверяемых методологических умений. Наибольшие затруднения вызвала последняя группа заданий, одно из которых приведено ниже.

Пример 7

На рисунке представлены результаты измерения температуры воды в электрическом чайнике в последовательные моменты времени. Погрешность измерения времени равна 3 с, погрешность измерения температуры равна 4 °С. Какова полезная мощность нагревателя чайника, если масса воды равна 0,8 кг?



1) 2,2 кВт

2) 2,8 кВт

3) 1,4 кВт

4) 3,5 кВт

Ответ: 3

В этом задании правильный ответ выбрали 50% выпускников. Вторым «приоритетным» для учащихся оказался ответ 2, который выбирался более чем четвертью тестируемых и давал значение в 2 раза больше верного. Ясно, что здесь нет проблем с формулой для вы-

числения мощности, ошибка лишь в снятии показаний температуры с графика. Такая же ситуация наблюдается и для всех других заданий этой группы.

В целом следует отметить, что, как и в прошлые годы, для заданий, в которых в качестве контекста используется описание какого-либо традиционного учебного опыта, наблюдается снижение результатов выполнения по сравнению с заданиями на те же элементы содержания, но без необходимости понимания сути опытов.

2.3.5.3. Решение задач

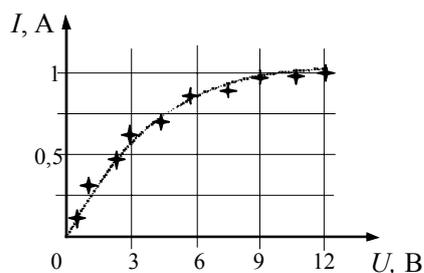
Каждый экзаменационный вариант содержал 10 задач повышенного и высокого уровней сложности: четыре задачи с выбором ответа и шесть задач с развернутым ответом.

Средний процент выполнения задач, представленных заданиями с выбором ответа (повышенного уровня сложности), составляет 36%, задач с развернутым ответом – 15%, в том числе качественных задач – 17%, расчетных задач – 14%. Средние результаты выполнения заданий с развернутым ответом остались по сравнению с прошлым годом практически на том же уровне, а средний процент выполнения задач повышенного уровня снизился.

Снижение результатов выполнения заданий повышенного уровня сложности связано, прежде всего, с использованием в КИМ нескольких задач с нетрадиционными условиями. В задачах такого рода нельзя действовать по заранее известному алгоритму, несложное с точки зрения математических вычислений решение должно строиться на анализе и понимании процессов, описанных в условии. Приведем примеры двух таких заданий.

Пример 8

На рисунке изображён результат экспериментального исследования зависимости силы тока от напряжения на лампе накаливания. Две такие лампы соединили последовательно и подключили к аккумулятору напряжением 12 В. Какова приблизительно суммарная мощность, потребляемая этими лампами?



- 1) $P = 6 \text{ Вт}$ 2) $P = 3 \text{ Вт}$ 3) $P = 5 \text{ Вт}$ 4) $P = 10 \text{ Вт}$

Ответ: 4.

Почти половина учащихся выбрала ответ 1, просто определив по графику силу тока при 12 В и вычислив соответствующую мощность. Лишь группа наиболее подготовленных выпускников смогла справиться с этим заданием, учтя последовательное соединение двух ламп.

Пример 9

Кусок льда, имеющий температуру 0°C , помещён в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лёд в воду с температурой 12°C , требуется количество теплоты 80 кДж . Какая температура установится внутри калориметра, если лёд получит от нагревателя количество теплоты 60 кДж ? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

- 1) 6°C 2) 9°C 3) 0°C 4) 4°C

Ответ: 3.

В этом задании более половины экзаменуемых действовали по алгоритму: отношение изменения температуры равно отношению количеств теплоты, и указывали ответ 2. Это было бы верно, если бы в задаче шла речь только о нагревании воды. Лишь около трети участников экзамена смогли понять, что во втором случае необходимо оценить, хватит ли указанного количества теплоты на плавление всей массы льда.

К выполнению заданий с развернутым ответом в этом году приступало 71,2 % тестируемых (в 2011 г. – 76% от общего числа сдающих ЕГЭ по физике). При этом 54,6% от числа

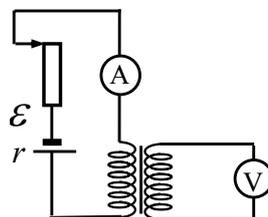
сдающих экзамен получили за решение задач с развернутым ответом хотя бы 1 балл. Остановимся на результатах выполнения отдельных групп заданий с развернутым ответом.

В этом году использовались новые типы качественных заданий, в которых необходимо было либо построить график и объяснить его вид на основании известных законов, либо объяснить уже предложенный в условии график. Результаты их выполнения оказались несколько выше, чем привычных уже заданий на объяснение изменений физических величин в различных процессах. Так, например, с заданиями на объяснение вида графика зависимости мощности от силы тока (или напряжения) в замкнутой цепи справились в среднем 20% выпускников, а с уже известным заданием на изменение показаний приборов в цепи, содержащей трансформатор (см. пример 10) – в среднем около 17%.

Как и в прошлом году, при оценивании решений качественных задач наблюдается гораздо больший разброс между 1 и 2 баллами, чем при оценивании решений расчетных задач. Причем это не зависит от типа задачи. Большинство приступивших к решению этих задач лишь ориентируется в общей ситуации, но не в состоянии выстроить логически связное объяснение. Например, за решение приведенной ниже качественной задачи 23% тестируемых получили 1 балл, а 2 балла смогли набрать лишь 4%, 3 балла – 5%.

Пример 10

На рисунке приведена электрическая цепь, состоящая из гальванического элемента, реостата, трансформатора, амперметра и вольтметра. В начальный момент времени ползунок реостата установлен в крайнее верхнее положение и неподвижен. Опираясь на законы электродинамики, объясните, как будут изменяться показания приборов в процессе перемещения ползунка реостата вниз. ЭДС самоиндукции пренебречь по сравнению с \mathcal{E} .

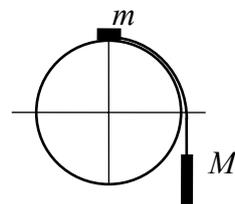


Среди расчетных задач высокого уровня сложности наиболее успешно выполненными оказались задания: на сравнение равноускоренного движения и равномерного движения по окружности, определение массы пара с учетом заданной относительной влажности воздуха, расчет КПД теплового процесса, охлаждение газа под движущимся поршнем, применение закона Ома для полной цепи, излучение света атомом, применение уравнения Эйнштейна для фотоэффекта. Средние проценты выполнения этих заданий находятся в диапазоне 18–20%.

Наиболее сложными, со средними процентами выполнения 5–7%, оказались следующие задачи: на движение связанных тел по поверхности сферы; движение шарика, падающего на наклонную плоскость; на работу сил, приложенных к пластинам конденсатора, включенного в цепь постоянного тока, при изменении зазора между пластинами; на применение закона радиоактивного распада. Ниже приведен пример одной из таких задач.

Пример 11

Система из грузов m и M и связывающей их лёгкой нерастяжимой нити в начальный момент покоится в вертикальной плоскости, проходящей через центр закреплённой сферы. Груз m находится в точке A на вершине сферы (см. рисунок). В ходе возникшего движения груз m отрывается от поверхности сферы, пройдя по ней дугу 30° . Найдите массу M , если $m = 100$ г. Размеры груза m ничтожно малы по сравнению с радиусом сферы. Трением пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на грузы.



За решение этой задачи 13% тестируемых получили 1 балл, сумев частично записать необходимые здесь закон сохранения механической энергии и второй закон Ньютона для движения верхнего груза. И лишь 3% экзаменуемых «заработали» по 2 или 3 балла. Основными ошибками были отсутствие условия равенства нулю силы реакции опоры в момент отрыва груза от поверхности сферы, а также недочеты в записи потенциальной энергии для нижнего груза.

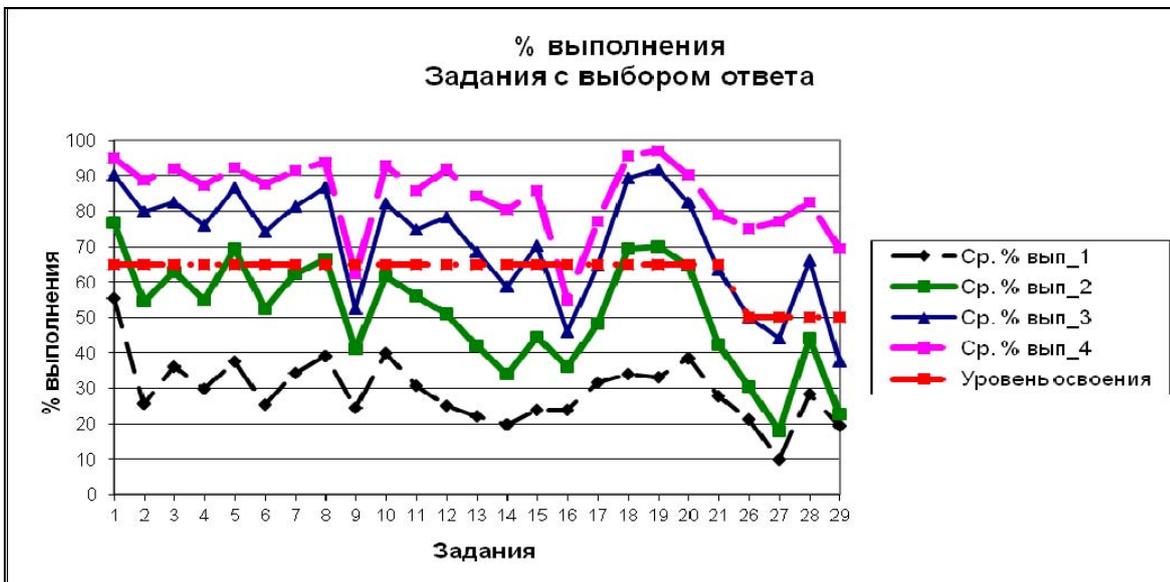
2.3.6. Характеристика результатов выполнения экзаменационной работы группами выпускников с различным уровнем подготовки

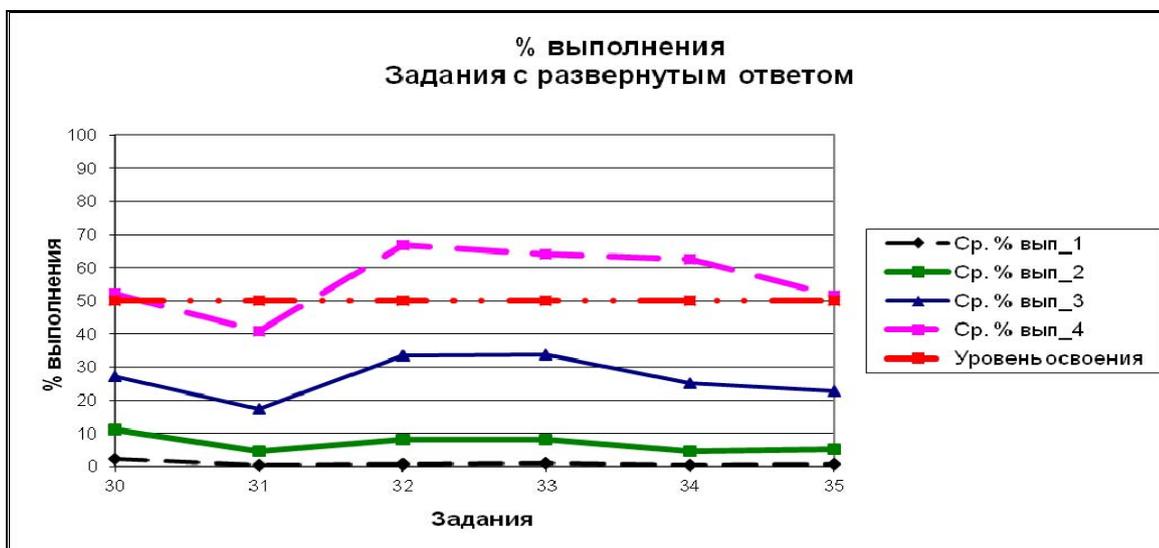
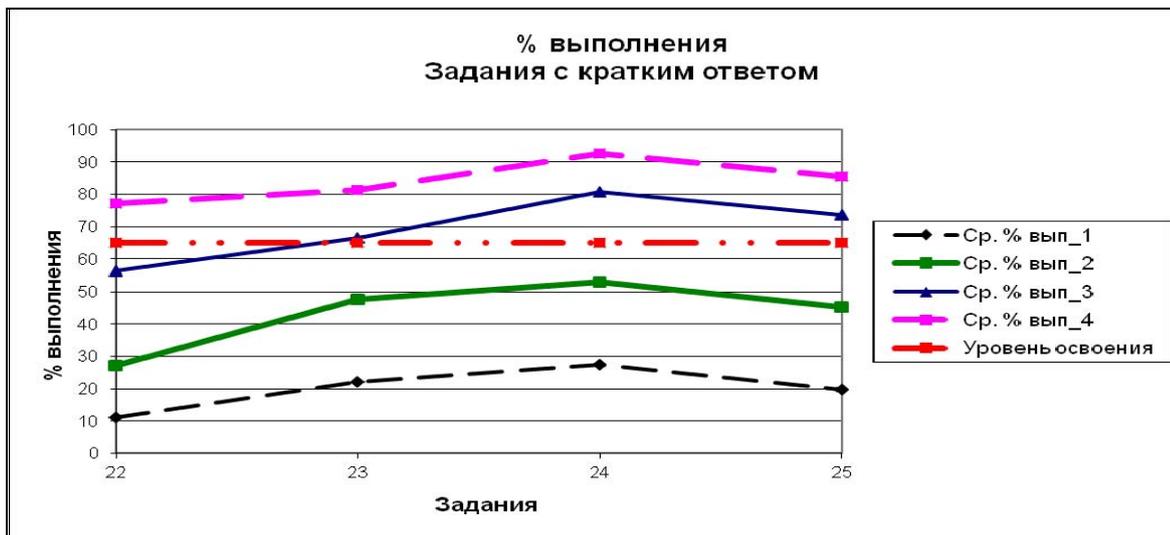
Для характеристики результатов выполнения работы группами выпускников с различным уровнем подготовки выделяется четыре группы. В качестве границы между первой и второй группами выбирается наименьший первичный балл, получение которого свидетельствует об усвоении участником экзамена основных понятий и способов деятельности, свидетельствующих об освоении требований стандарта на минимально возможном уровне (для физики – 12 баллов). Все тестируемые, не достигшие данного первичного балла, выделяются в группу с самым низким уровнем подготовки. Величина второго граничного первичного балла (33) выбирается как наименьший первичный балл, получение которого свидетельствует о высоком уровне подготовки участника экзамена, а именно о наличии системных знаний, овладении комплексными умениями. Этот балл выбирается как нижняя граница для группы с самым высоким уровнем подготовки.

Контрольные измерительные материалы ЕГЭ по физике позволяют эффективно дифференцировать группы учащихся с различным уровнем подготовки. Части 1 и 2 работы содержат задания базового и повышенного уровней сложности, основной акцент в них – на аттестацию выпускников за школьный курс. Часть 3 работы, содержащая задачи повышенного и высокого уровней сложности, призвана обеспечить дифференциацию участников ЕГЭ для приема в средний и высшие учебные заведения. Задания этой части работы дифференцируют группы с высоким уровнем подготовки.

На рисунках 3.2–3.4 показаны результаты выполнения заданий разных частей одного из экзаменационных вариантов экзаменуемыми с различным уровнем подготовки, которые подтверждают данное утверждение.

Рисунки 3.2–3.4. Результаты выполнения заданий экзаменационной работы учащимися с различным уровнем подготовки





В таблице 3.4 показано распределение по первичным и тестовым баллам для групп выпускников с различным уровнем подготовки и приведено описание уровней.

Таблица 3.4. Описание уровня подготовки различных групп тестируемых 2012 г.

Характеристика группы выпускников	Описание уровня подготовки выпускников
<p>Первая группа</p> <p>Диапазон первичных баллов – 0–11 Диапазон тестовых баллов – 0–36 Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 12,6</p>	<p>Для данной группы невозможно выделить содержательные элементы, полностью усвоенные группой в целом. Для тестируемых с этим уровнем подготовки характерно выполнение лишь отдельных заданий. Например: сложение скоростей при встречном движении автомобилей; вычисление скорости по графику зависимости пути от времени для равномерного движения; увеличение внутренней энергии при нагревании; расчет скорости равноускоренного движения (при начальной скорости равной нулю)</p>
<p>Вторая группа</p> <p>Диапазон первичных баллов – 12–24 Диапазон тестовых баллов – 39–53</p>	<p>Данная группа продемонстрировала владение следующим материалом.</p> <p style="text-align: center;"><i>Задания базового уровня</i></p> <p>Определение ускорения по графику зависимости скорости от времени для равноускоренного движения; установление соответствия формулы для проекции скорости формуле для проекции перемеще-</p>

<p>Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 57,8</p>	<p>ния; суперпозиция сил; определение коэффициента трения (график); сравнение коэффициентов жесткости пружин; потенциальная энергия (формула); импульс (формула); модели газов, жидкостей и твердых тел; количество теплоты, необходимое для нагревания тела (формула); зависимость средней кинетической энергии теплового движения молекул от температуры (формула); определение концентрации газа по графику зависимости давления от температуры; уравнение Менделеева–Клапейрона; первый закон термодинамики; закон Ома для участка цепи (расчет); построение изображения в собирающей линзе; состав ядра; α-распады; закон радиоактивного распада (график); вычисление изменения физической величины по результатам ее прямых измерений с учетом заданной погрешности; единицы измерения физических величин (электродинамика); вид траектории движения частицы в магнитном и электрическом полях.</p> <p style="text-align: center;">Задания повышенного уровня</p> <p>Изменение парциального давления и давления смеси газов, определение вида формул для скорости и пути при равноускоренном движении, определение вида формул для определения длины волны и частоты света</p>
<p>Третья группа</p> <p>Диапазон первичных баллов – 25–32 Диапазон тестовых баллов – 5–61 Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 17,9</p>	<p>Дополнительно к элементам содержания, освоенным предыдущими группами выпускников, данная группа продемонстрировала владение следующим материалом.</p> <p style="text-align: center;">Задания базового уровня</p> <p>Расчет пути и скорости при равноускоренном движении; третий закон Ньютона; изменение кинетической и потенциальной энергии при колебаниях пружинного маятника; мощность (расчет); виды теплопередачи; внутренняя энергия (расчет); независимость работы сил электростатического поля от траектории заряда; закон Джоуля–Ленца (расчет); направление силы Лоренца; направление вектора магнитной индукции; энергия магнитного поля (формула); дифракция света (определение); сравнение показателей преломления сред; излучение света атомом; формула тонкой линзы; шкала электромагнитных волн; опыты Резерфорда; излучение света атомом; β-распады; период полураспада (определение); выбор установки по заданной гипотезе (для двух условий).</p> <p style="text-align: center;">Задания повышенного уровня</p> <p>Изменение физических величин при колебаниях пружинного маятника; изменение сопротивления резистора, напряжения на нем и мощности тока при изменении длины или площади поперечного сечения проводника; применение момента силы для равновесия рычага (задача); применение первого закона термодинамики к изобарному процессу (задача); движение частицы в магнитном поле (задача); равноускоренное движение частицы в электрическом поле (задача); ионизация атома (задача); действие силы Ампера на проводник в магнитном поле (задача); уравнение Эйнштейна для фотоэффекта (задача); определение вида изображения в собирающей и рассеивающей линзах; интерпретация графиков зависимости мощности и сопротивления спирали лампы от температуры, мощности от силы тока; определение коэффициента пропорциональности по графику зависимости физических величин друг от друга</p>
<p>Четвертая группа</p>	<p>Дополнительно к элементам содержания, освоенным предыдущими группами выпускников, данная группа продемонстрировала владение</p>

<p>Диапазон первичных баллов – 33–51 Диапазон тестовых баллов – 62–100 Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 11,7</p>	<p>ние следующим материалом.</p> <p style="text-align: center;">Задания базового уровня</p> <p>Первый закон Ньютона, определение периода колебаний по таблице зависимости положения колеблющегося шарика от времени, определение изменения импульса, модель идеального газа, основное уравнение МКТ, относительная влажность воздуха, напряженность электрического поля, определение направления силы Ампера, условия излучения электромагнитных волн.</p> <p style="text-align: center;">Задания повышенного уровня</p> <p>Расчет мощности тока при различных соединениях резисторов; изменение частоты, длины волны и угла преломления при перемещении установки для опыта по преломлению света из воздуха в воду; изменение физических величин при проведении опытов по фотоэффекту; изменение величин при движении бруска по наклонной плоскости, изменение величин при преломлении звуковых и электромагнитных волн, движение связанных тел по наклонной плоскости (задача); движение спутника (задача); изобарное сжатие идеального газа под поршнем (задача); применение уравнения теплового баланса (задача); применение закона сохранения энергии к колебательному контуру (задача); изменение показаний амперметра и вольтметра в цепи с трансформатором (качественная задача); обоснование вида графика зависимости мощности от силы тока или от напряжения для замкнутой цепи (качественная задача).</p> <p style="text-align: center;">Задания высокого уровня (задачи)</p> <p>Упругое соударение шарика с наклонной плоскостью; движение снаряда в стволе пушки; сравнение равноускоренного движения и равномерного движения по окружности; установление теплового равновесия в сосуде с двумя газами, разделенными поршнем; охлаждение газа под движущимся поршнем; движение заряженных частиц в электрическом поле; применение закона Ома для полной цепи; движение частицы в электрическом и магнитном полях; движение проводника под действием силы Ампера; излучение света атомом</p>
---	---

Выпускники *первой группы* характеризуются бессистемностью знаний. Как правило, ими выполняются наиболее простые задания, требующие знания формул, изучаемых на двух ступенях обучения. Иногда они выполняют и простые расчеты по наиболее часто встречаемым законам и формулам. Однако анализ результатов показывает, что подчас они формально оперируют заученными формулами, не понимая до конца смысла используемых физических величин и характера описываемых ими процессов и явлений.

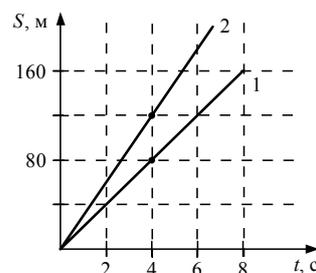
Ниже приведен пример задания, с которым справляются учащиеся данной группы.

Пример 12 (базовый уровень)

На рисунке представлены графики зависимости пройденного пути от времени для двух тел. Скорость второго тела v_2 больше скорости первого тела v_1 в n раз, где n равно

- 1) 1,5
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 2,5

Ответ: 1.



Средний % выполнения	Процент выполнения			
	Первая группа	Вторая группа	Третья группа	Четвертая группа
93	76	93	100	100

Вторая группа по уровню подготовки наиболее многочисленна и включает в себя более половины выпускников, выбравших ЕГЭ по физике. Здесь можно говорить об освоении курса физики на базовом уровне, так как тестируемые демонстрируют усвоение основных законов и формул практически по всем разделам школьного курса. Отмечается даже усвоение отдельных элементов, проверяемых заданиями повышенного уровня сложности (с кратким ответом), но все они также контролируют вид различных формул. При этом следует отметить хорошее владение математическими вычислениями на уровне простых расчетов

Крайне низкие результаты фиксируются для вопросов на объяснение явлений, применение законов на качественном уровне. К сожалению, даже простые качественные вопросы, в которых необходимо проанализировать протекание какого-либо явления или процесса, этой группой выполняется на недостаточном уровне.

Ниже приведены два примера заданий, которые успешно выполняются выпускниками этого уровня подготовки.

Пример 13 (базовый уровень)

При охлаждении одноатомного идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул уменьшилась в 2 раза. При этом абсолютная температура газа

- 1) не изменилась
- 2) уменьшилась в 2 раза
- 3) уменьшилась в 4 раза
- 4) уменьшилась в $\sqrt{2}$ раз

Ответ: 2.

Средний % выполнения	Процент выполнения			
	Первая группа	Вторая группа	Третья группа	Четвертая группа
71	46	69	90	93

Пример 14 (повышенный уровень)

Пучок света переходит из воздуха в воду. Скорость света в воздухе – c , длина световой волны в воздухе – λ , показатель преломления воды относительно воздуха – n . Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) длина световой волны в воде
- Б) частота световой волны в воде

ФОРМУЛЫ

- 1) $\lambda \cdot c$
- 2) $\frac{c}{\lambda}$
- 3) $\lambda \cdot c \cdot n$
- 4) $\frac{\lambda}{n}$

Ответ: 42

Средний % выполнения	Процент выполнения			
	Первая группа	Вторая группа	Третья группа	Четвертая группа
62	20	53	87	96

Тестируемых, относящихся по уровню подготовки к *третьей группе*, отличает от предыдущей группы прежде всего сформированность умения решать задачи повышенного уровня сложности. Как видно из таблицы, для них характерно успешное выполнение большинства типовых задач А22–А25. Кроме того, эта группа справляется с качественными вопросами базового уровня. Однако на повышенном уровне объяснение процессов с использованием характеризующих их физических величин остается для этой группы учащихся слишком трудным. Особенно сложными оказались для данной группы качественные задачи с развернутым ответом, в которых необходимо было выстроить самостоятельное объяснение.

Следует отметить, что в этом году, в отличие от прошлого, для этой группы не фиксируются границы усвоения для каких-либо заданий высокого уровня сложности.

Ниже приведен пример расчетной задачи повышенного уровня, с которой успешно справилась эта группа выпускников.

Пример 15 (повышенный уровень).

В сосуде находится разреженный атомарный водород. Атом водорода в основном состоянии ($E_1 = -13,6$ эВ) поглощает фотон частотой $3,7 \cdot 10^{15}$ Гц. С какой скоростью v движется вдали от ядра электрон, вылетевший из атома в результате ионизации? Энергией теплового движения атомов водорода пренебречь.

- 1) 380 км/с 2) 760 км/с 3) 80 км/с 4) 1530 км/с

Ответ: 2

Средний % выполнения	Процент выполнения			
	Первая группа	Вторая группа	Третья группа	Четвертая группа
37	22	36	53	68

Выпускники четвертой группы успешно выполняют почти все задания базового и повышенного уровней и большинство заданий с развернутым ответом. Среди заданий базового уровня здесь можно отметить вопросы, связанные с традиционно наиболее плохо усваиваемыми темами, такими как, например, насыщенные пары и влажность воздуха. От предыдущей группы выпускников эта группа отличается успешным выполнением заданий повышенного уровня сложности: заданий с кратким ответом – на изменение физических величин при протекании различных процессов, а также большинства качественных задач с развернутым ответом. Среди заданий высокого уровня сложности наибольшие проблемы в этом году у этой группы вызвали задачи на движение связанных тел на сфере (см. пример 11), конденсатор в цепи постоянного тока и применение закона радиоактивного распада.

В целом данная группа тестируемых отвечает требованиям стандарта, предъявляемым к выпускникам, изучавшим курс физики на профильном уровне, и демонстрирует готовность к успешному продолжению обучения в вузах физического профиля.

Ниже приведен пример задания базового уровня, с которым, к сожалению, справились только выпускники с самым высоким уровнем подготовки (см. пример 16), а также пример расчетной задачи высокого уровня, которая успешно решается только экзаменуемыми данного уровня подготовки (пример 17).

Пример 16 (базовый уровень)

Относительная влажность воздуха в сосуде, закрытом поршнем, равна 50%. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда при неизменной температуре уменьшит в 3 раза?

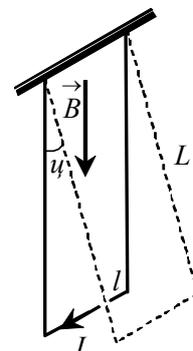
- 1) 100 2) 200 3) 50 4) 150

Ответ: 1.

Средний % выполнения	Процент выполнения			
	Первая группа	Вторая группа	Третья группа	Четвертая группа
29	9	23	44	71

Пример 17 (высокий уровень)

Металлический стержень длиной $l = 0,1$ м и массой $m = 10$ г, подвешенный на двух параллельных проводящих нитях длиной $L = 1$ м, располагается горизонтально в однородном магнитном поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, как показано на рисунке. Вектор магнитной индукции направлен вертикально. Какую максимальную скорость приобретёт стержень, если по нему пропустить ток силой 10 А в течение $0,1$ с? Угол φ отклонения нитей от вертикали за время протекания тока мал.



Средний % выполнения	Процент выполнения			
	Первая группа	Вторая группа	Третья группа	Четвертая группа
5	0	5	29	60

Сравнение результатов выполнения экзаменационной работы выпускниками с различным уровнем подготовки за последние три года показывает, что половина участников экзамена владеют лишь основными содержательными элементами знаний и простейшими умениями, которые соответствуют требованиям стандарта по физике базового уровня. При поступлении в вузы для этих выпускников должна быть организована серьезная коррекционная работа по ликвидации существующих пробелов и обеспечении изучения программ высшей школы. Судя по получаемым в течение нескольких лет данным, число профильных физико-математических классов в образовательных учреждениях страны явно недостаточно для обеспечения вузов физико-технического профиля должным количеством конкурентоспособных абитуриентов.

Выводы и рекомендации

1. В ЕГЭ по физике в 2012 г. приняло участие 206 029 выпускников (в 2011 г. – 185 432). В этом году абсолютное число сдававших ЕГЭ по физике максимально за последние четыре года, а доля участников экзамена превысила 26% от общего числа сдающих ЕГЭ.

Число тестируемых по физике существенно различается по регионам: наибольшее число участников экзамена в г. Москве (11 104), а наименьшее – в Ненецком автономном округе (46). Доля девушек среди выбравших ЕГЭ по физике составила 30%. Четверть участников ЕГЭ по физике – сельские жители.

2. Результаты ЕГЭ по физике 2012 г. оказались несколько ниже показателей прошлого года. Средний первичный балл составил 20,1 (в 2011 г. – 22,9). В 100-балльной шкале средний тестовый балл в этом году составил 51,5. Продолжает наблюдаться существенный разброс в результатах в зависимости от региона: средний тестовый балл по регионам варьировался от 33,7 до 61,9.

3. Минимальная граница ЕГЭ по физике 2012 г. была установлена на уровне 36 тестовых баллов, что соответствует 11 первичным баллам. По результатам этого года 12,6% участников экзамена не смогли продемонстрировать знания, достаточные для получения свидетельства о результатах ЕГЭ по физике. (В 2011 г. – 7,4% при минимальном балле, равном 10 первичным баллам.) По регионам процент участников, не преодолевших минимальную границу, варьировался от 3,8 до 41.

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, а также выполняли отдельные задания, требующие воспроизведения основополагающих теоретических сведений и применения наиболее важных законов в типовых учебных ситуациях.

4. По сравнению с прошлым годом снизился процент участников экзамена, набравших высокие баллы: от 62 до 100 тестовых баллов, которые можно интерпретировать как готовность к успешному продолжению образования в высших учебных заведениях. В этом году эта группа составила 11,7% от общего числа сдававших ЕГЭ по физике (в 2011 г. – 16,7%). В отдельных регионах число высокобалльников составило более 20%: г. Москва, Республика Северная Осетия–Алания, Республика Мордовия, Чувашская Республика, Брянская область.

Число тестируемых, набравших максимально возможный балл, составило в этом году 44 человека (в 2011 г. – 206 человек). Лидируют по числу 100-балльников г. Москва и Московская область.

5. Анализ выполнения экзаменационной работы позволяет сделать вывод об усвоении основных законов и формул школьного курса физики по разделам «Механика», «МКТ и термодинамика», «Электродинамика» и «Квантовая физика» как на базовом, так и на повышенном уровнях сложности. Не достигнут уровень усвоения на базовом уровне для таких важных элементов содержания, как третий закон Ньютона, закон сохранения импульса и постулаты Бора.

Отмечаются существенные затруднения при выполнении заданий на объяснение физических явлений и определение характера изменения физических величин при протекании различных процессов. При анализе работы с информацией, представленной в различном виде, отмечается высокий уровень в понимании графиков различных процессов и недостатки при интерпретации табличной информации.

По сравнению с прошлым годом снизились результаты выполнения расчетных задач повышенного уровня сложности. Выявлены дефициты в построении объяснений с опорой на изученные законы и явления при выполнении качественных задач.

6. Анализ результатов выполнения экзаменационной работы по физике экзаменуемыми, имеющими различные уровни подготовки, выявил следующее.

– Выпускники первой группы по уровню подготовки, не набравшие минимального балла (12,6% от общего числа участников ЕГЭ по физике), демонстрируют бессистемность знаний и справляются лишь с отдельными заданиями, требующими использования основных законов и формул, изучаемых как в основной, так и в средней школе. Такого уровня усвоения содержания школьного курса физики недостаточно для аттестации по курсу физики средней школы.

– В отношении выпускников второй группы по уровню подготовки (57,8%) можно говорить об освоении ими школьного курса физики на базовом уровне. Отмечается даже усвоение отдельных элементов, проверяемых заданиями повышенного уровня сложности, контролирующими знание различных формул. Крайне низкие результаты фиксируются для вопросов на объяснение явлений, применение законов на качественном уровне.

– Выпускников третьей группы по уровню подготовки (17,9%) 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. В отличие от прошлого года для этой группы не фиксируются границы усвоения для каких-либо заданий высокого уровня сложности.

– Подготовка выпускников четвертой группы (11,7%) отвечает требованиям стандарта, предъявляемых к выпускникам, изучавшим курс физики на профильном уровне, и демонстрирует готовность к успешному продолжению обучения в вузах физического профиля. Данная группа успешно выполняет задания базового и повышенного уровней сложности практически по всем контролируемым элементам содержания, а также показывает умение решать расчетные задачи высокого уровня.

Сравнение результатов выполнения экзаменационной работы выпускниками с различным уровнем подготовки за последние три года показывает, что половина участников экзамена владеют лишь основными содержательными элементами знаний и простейшими умениями, которые соответствуют требованиям стандарта по физике базового уровня. Судя по получаемым в течение нескольких лет данным, число профильных физико-математических классов в образовательных учреждениях страны явно недостаточно для обеспечения вузов физико-технического профиля конкурентоспособными абитуриентами.

7. Анализ результатов выполнения ЕГЭ по физике, а также результатов работы региональных предметных комиссий по проверке заданий с развернутым ответом позволяет сделать следующие рекомендации по совершенствованию контрольных измерительных материалов.

– Необходимо усовершенствовать критерии оценивания заданий С1, выделив не менее трех различных обобщенных систем оценивания для разных типов качественных задач.

– Рекомендуется расширить в структуре КИМ количество заданий, использующих в качестве контекста различные физические эксперименты, тем самым увеличив долю заданий, проверяющих методологические умения.

Структура и содержание контрольных измерительных материалов для ЕГЭ по физике в следующем году оставлены без изменений.

Одним из дефицитов, выявленных в результате анализа выполнения заданий ЕГЭ по физике, является недостаточное понимание учащимися явлений и процессов, обнаруживаемых в процессе проведения демонстрационных и ученических опытов. Задания, построенные на контексте описания опытов, выполняются существенно хуже, чем проверяющие аналогичные элементы содержания теоретические вопросы. В процесс обучения необходимо использовать больше заданий на построение графиков по результатам исследований (с учетом абсолютных погрешностей измерений), на определение по результатам эксперимента значения физических величин (косвенные измерения), на оценку соответствия выводов имеющимся экспериментальным данным, на объяснение результатов опытов и наблюдений на основе известных физических явлений, законов, теорий. Все это возможно только при использовании в преподавании предмета лабораторных работ исследовательского характера, при выполнении которых формируется необходимая взаимосвязь всех перечисленных выше методологических умений в целом. Использование же теоретических заданий (аналогичных применяемым в едином экзамене) не может являться инструментом для формирования таких умений.

Особое внимание необходимо обратить на решение задач, которым в КИМ ЕГЭ по физике отведена часть 3 работы. Напомним, что в этой части собрано 10 задач повышенного и высокого уровней сложности: 4 задания с выбором ответа (A22–A25), и 6 заданий с развернутым ответом – качественная задача повышенного уровня сложности (С1) и пять расчетных задач высокого уровня (С2–С6).

Для качественных задач в ЕГЭ по физике используется обобщенная система оценивания, которая построена на описании полного правильного решения. Полное правильное решение таких заданий должно включать в себя правильный ответ (например, что будет наблюдаться, как изменятся показания приборов, вид построенного графика), и полное верное объяснение (логически не противоречивое и отражающее все этапы протекания явления или процесса) с указанием наблюдаемых явлений и законов (названий явлений и законов или не-

обходимых формул). К сожалению, достаточно часто в ответах даже наиболее подготовленных выпускников прослеживаются пропуски логических шагов в обосновании или отсутствие ссылок на законы или явления. Целесообразно использовать при решении качественных задач запись последовательной цепочки промежуточных вопросов. Само же решение в этом случае представляет собой цепочку рассуждений с ответами на поставленные вопросы и указаниями на выделенные физические явления, величины и законы.

Для дифференциации наиболее подготовленных выпускников в ЕГЭ используются, как правило, расчетные задачи с нетрадиционным контекстом (но несложные с точки зрения математических преобразований) или задачи, в которых в явном виде не задана физическая модель, которую можно использовать при решении. Успешное их выполнение возможно только в том случае, если подготовка шла не по принципу изучения как можно большего числа «типовых моделей» задач, а по принципу обучения процессу решения физических задач. Этот процесс в качестве обязательной части включает в себя анализ условия, выбор физической модели, обоснование возможности ее использования и выделение тех или иных законов или теоретических положений, которые необходимы для решения. Выпускники, получившие по результатам ЕГЭ высокие баллы, как правило, приводят комментарии к выбору модели и системы уравнений для решения, демонстрируя тем самым понимание физической сути описываемых в задаче явлений и процессов.

В требованиях ЕГЭ не стоит условие проверки полученного ответа, однако этот этап решения крайне важен при подготовке, так как позволяет оценить не только правильность проведенных преобразований и вычислений, но и понимание физического смысла полученных в ответе физических величин.

**Основные характеристики экзаменационной работы
единого государственного экзамена 2012 года по ФИЗИКЕ**

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

Уровни сложности задания: Б – базовый; П – повышенный; В – высокий уровни сложности.

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Коды элементов содержания по кодификатору элементов содержания	Коды проверяемых умений	Уровень сложности задания	Максимальный балл за выполнение задания	Средний процент выполнения
Часть 1						
A1	Кинематика	1.1.1–1.1.7	1, 2.1–2.4	Б	1	78
A2	Кинематика, законы Ньютона	1.1.5–1.1.8, 1.2.1, 1.2.6–1.2.8	1, 2.1–2.4	Б	1	59
A3	Силы в природе	1.2.6, 1.2.10, 1.2.12, 1.2.13	1, 2.1–2.4	Б	1	66
A4	Силы в природе, импульс, закон сохранения импульса	1.2, 1.2.11, 1.2.14, 1.4.1, 1.4.2	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	59
A5	Механическая энергия, работа, закон сохранения энергии	1.4.4–1.4.9	1, 2.1–2.4	Б	1	71
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	57
A7	МКТ	2.1.1–2.1.6, 2.1.8	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	65
A8	МКТ	2.1.7, 2.1.9–2.1.12	1, 2.1–2.4	Б	1	69
A9	МКТ, термодинамика	2.1.13–2.1.17, 2.2.2, 2.2.3	1, 2.1–2.4	Б	1	43
A10	Термодинамика	2.2.1, 2.2.4, 2.2.5, 2.2.7, 2.2.9, 2.2.10	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	66
A11	Электростатика	3.1.1–3.1.13	1, 2.1–2.4	Б	1	59
A12	Постоянный ток	3.2.1–3.2.11	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	57
A13	Магнитное поле, электромагнитная индукция	3.3.1–3.3.4, 3.4.1–3.4.3	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	49
A14	Электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны	3.4.1–3.4.7, 3.5.1, 3.5.4 – 3.5.7	1, 2.1–2.4	Б	1	42
A15	Оптика	3.6.1–3.6.4, 3.6.6, 3.6.8, 3.6.9	1, 2.1–2.4, 3	Б	1	51
A16	Элементы СТО, оптика	3.6.10–3.6.13, 4.1	1, 2.1–2.4	Б	1	38
A17	Корпускулярно-волновой дуализм, физика атома	5.1.1 – 5.1.7, 5.2.1, 5.2.2	1, 2.1–2.4	Б	1	52
A18	Физика атома, физика атомного ядра	5.2.1–5.2.3, 5.3.1, 5.3.3	1, 2.1–2.4	Б	1	71
A19	Физика атомного ядра	5.3.1, 5.3.2, 5.3.5	1, 2.1–2.4	Б	1	72
A20	Механика – квантовая физика (методы научного познания)	1.1–5.3	2.5	Б	1	67

A21	Механика – квантовая физика (методы научного познания)	1.1–5.3	2.5	Б	1	48
Часть 2						
B1	Механика – квантовая физика	1.1–5.3	1, 2.1–2.4	Б, П	2	36
B2	Механика – квантовая физика	1.1–5.3	1, 2.1–2.4	П	2	51
B3	Механика – квантовая физика	1.1–5.3	1, 2.1–2.4	П, Б	2	59
B4	Механика – квантовая физика	1.1–5.3	1, 2.1–2.4	П	2	52
Часть 3						
A22	Механика (расчетная задача)	1.1–1.5	2.6	П	1	39
A23	Механика. Молекулярная физика, термодинамика (расчетная задача)	1.1–1.5 2.1, 2.2	2.6	П	1	38
A24	Молекулярная физика, термодинамика. Электро-динамика (расчетная задача)	2.1, 2.2 3.1–3.6	2.6	П	1	50
A25	Электродинамика (расчетная задача)	3.1–3.6	2.6	П	1	30
C1	Механика – квантовая физика (качественная задача)	1.1–5.3	2.6, 3	П	3	17
C2	Механика (расчетная задача)	1.1–1.5	2.6	В	3	11
C3	Молекулярная физика (расчетная задача)	2.1, 2.2	2.6	В	3	18
C4	Электродинамика (расчетная задача)	3.1–3.6	2.6	В	3	18
C5	Электродинамика (расчетная задача)	3.1–3.6	2.6	В	3	14
C6	Квантовая физика (расчетная задача)	5.1–5.3	2.6	В	3	13
<p>Всего заданий – 35; из них по типу заданий: А – 25, В – 4, С – 6; по уровню сложности: Б – 21, П – 9, В – 5. Максимальный первичный балл за работу – 51. Общее время выполнения работы – 240 мин.</p>						