

2.3. ФИЗИКА

2.3.1. Характеристика целей и объектов контроля

Контрольные измерительные материалы ЕГЭ 2010 г. по физике разрабатывались для оценки уровня освоения выпускниками федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования. При этом результаты единого государственного экзамена по физике использовались образовательными учреждениями среднего профессионального и высшего профессионального образования как результаты вступительных испытаний по физике для дифференциации абитуриентов.

Кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений (далее – кодификатор) и спецификация контрольных измерительных материалов были составлены на основе Федерального компонента государственного стандарта основного общего и среднего (полного) образования по физике, базовый и профильный уровень (приказ МО от 5 марта 2004 г. № 1089).

Каждый вариант экзаменационной работы включает контролируемые элементы содержания из всех разделов школьного курса физики: «Механика» (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны); «Молекулярная физика. Термодинамика»; «Электродинамика» (электростатика, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, элементы СТО) и «Квантовая физика» (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра). При этом для каждого раздела предлагаются задания всех таксономических уровней.

При разработке содержания экзаменационной работы учитывалась необходимость проверки различных видов деятельности: владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики (понимание смысла физических понятий, явлений, моделей, величин, законов), основами знаний о методах научного познания и решение задач различного типа и уровня сложности. Большинство заданий с выбором ответа, а также задания на соответствие проверяли овладение основным понятийным аппаратом школьного курса физики. Два последних задания в первой части работы были направлены на проверку различных методологических умений. Двенадцать заданий из разных частей работы контролировали умение экзаменуемых решать задачи по различным разделам, разного типа и уровня сложности.

Для целей дифференциации выпускников при поступлении в высшие учебные заведения в экзаменационную работу включаются 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 учащегося к продолжению образования в высшей школе.

2.3.2. Характеристика контрольных измерительных материалов по физике 2010 г.

Контрольные измерительные материалы по физике в 2010 г. по содержанию и структуре в точности соответствовали материалам 2009 г. Экзаменационная работа состояла из 36 заданий, различающихся формой представления и уровнем сложности. В первую часть работы было включено 25 заданий с выбором одного ответа, вторая часть содержала 5 заданий с кратким ответом, при этом задания В1 и В2 представляли собой задания на установление соответствия, а задания В3-В5 – расчетные задачи с кратким

ответом в виде числа. Третья часть включала 6 заданий с развернутым ответом, среди которых 1 качественная задача и 5 расчетных задач. 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.

В экзаменационной работе были представлены задания базового, повышенного и высокого уровней сложности. К заданиям базового уровня, проверяющим усвоение наиболее важных физических понятий и законов, относились 20 заданий с выбором ответа, 2 задания с кратким ответом. Задания повышенного уровня содержались во всех частях работы (5 заданий с выбором ответа, 3 расчетных задачи с кратким ответом и 1 качественная задача, требующая развернутого ответа). Они контролировали умение использовать физические понятия и законы для анализа достаточно сложных процессов и умение решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики. Задания высокого уровня сложности – это 5 расчетных задач, которые требуют применения знаний сразу из двух-трех разделов физики в измененной или новой ситуации. Эти задания располагаются в третьей части работы в соответствии с тематической принадлежностью.

Максимальный первичный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы - 50 баллов. Общее время выполнения работы составляло 210 минут.

На основе первичных баллов, выставленных за выполнение всех заданий экзаменационной работы, осуществлялся перевод в тестовые баллы по 100-балльной шкале. В связи с новыми нормативными положениями в 2009 г. были установлены требования к первичному баллу, соответствующему минимальной границе, подтверждающей освоение выпускником программы среднего (полного) общего образования по физике.

Так как экзаменационная работа в целом ориентирована на стандарт профильного уровня, то содержанию стандарта базового уровня в каждом варианте отвечало лишь шестнадцать заданий с выбором ответа. Исходя из общепринятых норм, минимальное число правильно выполненных заданий должно быть не менее половины от общего числа заданий, соответствующих базовому стандарту.

Минимальная граница ЕГЭ по физике 2010 г. была установлена на уровне 34 тестовых баллов, что соответствует 8 первичным баллам (50% от заданий базового уровня, отвечающих содержанию стандарта базового уровня, 16% от максимального первичного балла).

Для проведения экзамена в 2010 г. было подготовлено семь серий параллельных вариантов, созданных по разным планам. Серии вариантов различались контролируемые элементами содержания и видами деятельности для одной и той же линии заданий, но в целом все они имели примерно одинаковый средний уровень сложности и соответствовали обобщенному плану.

2.3.3. Характеристика участников ЕГЭ по физике 2010 г.

В 2010 г. в ЕГЭ по физике принимало участие 194 339 выпускников из всех регионов страны, что составляет порядка 23% от общего числа выпускников. В 2009 г. число участников составило 205 379 человек. Некоторое снижение числа участников экзамена в 2010 г. объясняется, вероятно, демографической ситуацией.

Число участников ЕГЭ по физике варьировалась в зависимости от региона: от 48 человек в Ненецком автономном округе до 9009 выпускников в Чеченской республике. В г. Москве в экзамене принимало участие 8602 человека, в г. Санкт-Петербурге — 7284 выпускника.

Три четверти участников экзамена — юноши и лишь четверть — девушки. Около 25% экзаменуемых — сельские жители, порядка 25% — выпускники школ крупных

городов с населением более 680 тыс. человек. Такое распределение участников экзамена по населенным пунктам сохраняется из года в год.

Около 95% тестируемых закончили общеобразовательные школы, остальные общеобразовательные учреждения других типов (вечерние школы, школы-интернаты, кадетские школы и т.п.).

2.3.4. Основные результаты выполнения экзаменационной работы по физике

Результаты ЕГЭ по физике 2010 г. оказались в целом на уровне прошлого года. Средний первичный балл составил 19,6 баллов (в 2009 г. — 19,4 балла). По различным регионам средний первичный балл варьировался от 8,9 до 28,2 баллов.

В таблице 3.1 приведены итоги ЕГЭ по физике 2010 г. по тестовым баллам, а на рис. 3.1 приведено распределение тестируемых по первичным баллам.

Таблица 3.1. Распределение участников ЕГЭ 2010 г. по полученным тестовым баллам

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	0,1	0,2	1,5	17,6	31,8	29,2	13,9	4,6	0,8	0,2	100,0

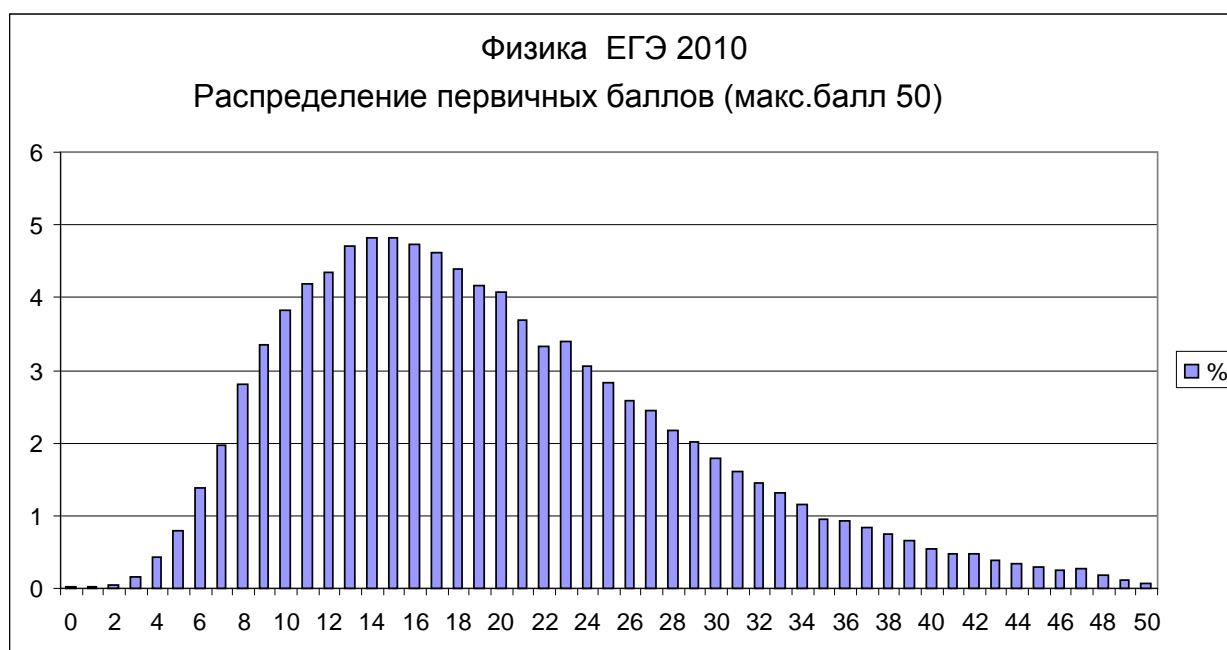


Рис. 3.1. Распределение участников экзамена по полученным первичным баллам

Не преодолели минимальную границу ЕГЭ по физике 6,4% от общего числа тестируемых, в 2009 г. — 6,2%. По регионам число выпускников, не сумевших преодолеть минимальную границу, варьировалось от 0,9% в Башкортостане до 39,9% в Чеченской республике.

Число тестируемых, набравших максимально возможный балл, немного уменьшилось в процентном отношении и составило 108 человек или 0,06% от общего числа сдающих (в 2009 г. — 189 человек, 0,09%).

Наибольшее число выпускников, получивших 100 баллов в г. Москве — 18 человек, в Пермском крае — 8 человек, в республике Башкортостан — 7 человек, в г. Санкт-Петербурге и в Чувашской республике — по 5 человек. В процентном отношении к общему числу участников экзамена в регионе больше всего 100-балльников в Пермском крае — 0,28%.

2.3.5. Анализ результатов выполнения экзаменационной работы по физике

Задания КИМ охватывали практически все содержательные элементы, включенные в кодификатор ЕГЭ по физике. Остановимся на результатах выполнения отдельных линий заданий, характеризующих овладение выпускниками следующими видами деятельности:

- понимание смысла физических явлений, моделей, величин, законов и постулатов;
- освоение методологических умений;
- решение задач по физике.

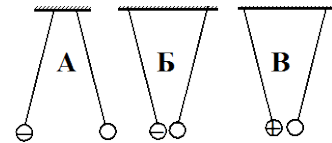
Содержательный элемент, проверяемый определенной линией заданий, можно считать усвоенным, если средний процент выполнения превышает 65% для заданий с выбором ответа и 50% для заданий с кратким и развернутым ответом.

В каждом варианте КИМ часть заданий базового уровня с выбором ответа или с кратким ответом проверяла усвоение различных **физических явлений и процессов**. При этом небольшая часть заданий была ориентирована на узнавание явлений или условий их протеканий, а большинство заданий — на объяснение явлений и анализ физических процессов на основании имеющихся теоретических знаний. К сожалению, как и в 2009 г., здесь продемонстрированы результаты ниже, чем для заданий на понимание смысла физических формул и законов.

Усвоение содержательных элементов можно отметить лишь для трех линий заданий: взаимодействие заряженных тел, построение изображения в плоском зеркале и сравнение спектров разреженных газов. Ниже приведен пример задания, с которым справляется 80% экзаменуемых.

Пример 1.

На рисунке изображены три пары одинаковых легких шариков, заряды которых равны по модулю. Шарики подвешены на шелковых нитях. Знак заряда одного из шариков каждой пары указан на рисунке. В каком(-их) случае(-ях) заряд другого шарика положителен?



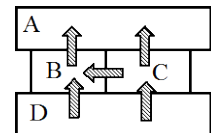
- 1) только А 2) Б и В 3) только Б 4) А и В

Ответ: 3

В 2010 г. задания с выбором ответа на понимание физических явлений использовались, в основном, по двум разделам: молекулярная физика и электродинамика. При сравнении результатов выполнения заданий этим разделам оказывается, что несколько лучше усвоен материал по молекулярной физике. Так чуть более 60% выпускников в состоянии объяснить, как меняется скорость закипания жидкости при изменении условий теплопередачи. Такие же результаты и для заданий на узнавание определений диффузии и броуновского движения, около 60% указывают равенство температур как основное условие наступления теплового равновесия. Самые низкие результаты зафиксированы при выполнении заданий на направление теплопередачи. Ниже приведен пример задания, с которым справилось лишь 50% тестируемых.

Пример 2.

Четыре металлических бруска положили вплотную друг к другу, как показано на рисунке. Стрелки указывают направление теплопередачи от бруска к бруску. Температуры брусков в данный момент 100 °С, 80 °С, 60 °С, 40 °С. Температуру 60 °С имеет брусок



- 1) А 2) В 3) С 4) D

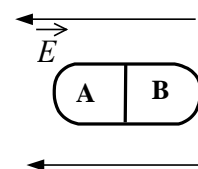
Ответ: 2

Результаты выполнения заданий данного типа по электродинамике результаты существенно хуже. Хотя на вопросы, требующие узнать явление или особенности его

протекания, отвечают примерно также (например, узнавание опыта по дифракции света — 60%, необходимость когерентных волн при интерференции — 59%), но задания на объяснение протекания явлений выполняют, как правило, менее половины экзаменуемых. Ниже приведен пример такого задания, с которым справились 44% тестируемых.

Пример 3.

Незаряженное металлическое тело внесли в однородное электростатическое поле, а затем разделили на части A и B (см. рисунок). Какими электрическими зарядами обладают эти части после разделения?



- 1) A – положительным, B – останется нейтральным
- 2) A – останется нейтральным, B – отрицательным
- 3) A – отрицательным, B – положительным
- 4) A – положительным, B – отрицательным

Ответ: 4

В этом задании около 30% тестируемых выбирают ответы, в которых одна из частей проводника остается нейтральной.

При анализе результатов можно отдельно выделить группу заданий В1, которые требовали не только понимания описанного процесса и явления, но и знания формул для физических величин, описывающих данные процессы. Часть заданий проверяла механические явления, а часть — тепловые, средний процент выполнения этих заданий составил 45%. Наиболее сложными оказались задания на понимание процессов, происходящих в тепловых двигателях. Наиболее высокие результаты выполнения заданий по механике на анализ процессов при колебаниях пружинного маятника и движение искусственных спутников Земли. Пример одного из таких заданий приведен ниже.

Пример 4.

В результате перехода с одной круговой орбиты на другую центростремительное ускорение спутника Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Радиус орбиты	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

Ответ: 121

40% экзаменуемых правильно указали характер изменения для двух величин, получив за выполнение задания 1 балл, а 24% получили 2 балла, верно заполнив всю таблицу.

Большая часть заданий с выбором ответа и одно из заданий с кратким ответом 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 применения их при расчетах в простых учебных ситуациях.

В 2010 г. в качестве заданий на узнавание формул в ряде вариантов использовались задания В2 на соответствие. Следует отметить, что наиболее высокие результаты продемонстрированы при выполнении заданий на соотнесение физических величин и формул, описывающих изопроцессы в идеальном газе (около 60% тестируемых справились с заданием полностью, и в среднем 13% частично). Однако для формул, которые

изучаются, как правило, в конце курса физики, ситуации гораздо хуже. Ниже приведен пример одного из таких заданий.

Пример 5.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать (ν – частота фотона, E – энергия фотона, h – постоянная Планка, c – скорость света в вакууме).

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) Длина волны	1) $\frac{h \cdot \nu}{c}$
Б) Импульс фотона	2) $\frac{h \cdot c}{\nu}$
	3) $\frac{h \cdot c}{E}$
	4) $\frac{h}{\nu}$

Ответ: 31

В этом задании лишь 28% выпускников удалось правильно указать обе формулы, а 22% – лишь одно из требуемых соотношений.

В ситуациях применения формул и законов для простейших расчетов наиболее высокие результаты продемонстрированы по следующим линиям заданий:

А) механика: формулы для равноускоренного движения, импульс тела, закон Гука, формула для силы трения, формула для длины звуковой волны);

Б) МКТ и термодинамика: формулы для изопроцессов, количества теплоты, полученной телом при нагревании, относительная влажность воздуха;

В) электродинамика: закон Кулона, закон Ома для участка цепи, формула для силы тока через заряд и промежуток времени, сила Ампера, ЭДС индукции, формула Томсона.

Результаты выполнения всех перечисленных выше линий заданий выше 65%, что свидетельствует об усвоении соответствующих содержательных элементов. Ниже приведен пример задания, с которым справляется 77% тестируемых.

Пример 6.

Прямолинейный проводник длиной L с током I помещен в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции \vec{B} . Как изменится сила Ампера, действующая на проводник, если силу тока уменьшить в 2 раза, а индукцию магнитного поля увеличить в 4 раза?

- 1) уменьшится в 4 раза
- 2) уменьшится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) увеличится в 2 раза

Ответ: 4

Приведенный выше перечень усвоенных элементов практически полностью совпадает с результатами 2009 г., несмотря на использование разных моделей заданий для проверки одних и тех же содержательных элементов.

Существенные затруднения при выполнении заданий на проверку знания формул и законов, умения их применять возникают из-за математических трудностей (особенно для групп тестируемых с минимальным и низким уровнями подготовки). Так лишь половина экзаменуемых выбирает правильные ответы в заданиях на закон всемирного тяготения, при этом основное затруднение заключалось в проведении расчетов с квадратами в знаменателе. Ниже приведен пример задания, успешно выполнить которое смогли лишь 44% участников экзамена.

Пример 7.

Два маленьких шарика массой m каждый находятся на расстоянии r друг от друга и притягиваются с силой F . Какова сила гравитационного притяжения двух других шариков, если масса одного $2m$, масса другого $\frac{m}{2}$, а расстояние между их центрами $\frac{r}{2}$?

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

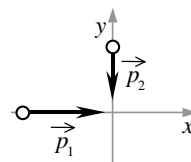
Ответ: 1

Объективной причиной такого положения вещей является сложность реализации межпредметных связей в современных условиях. Эти же межпредметные проблемы проявляются в заданиях на действия с векторами. Подтверждением могут служить задания на закон сохранения импульса.

Так импульс тела успешно находят 85% участников ЕГЭ, верно указывают направление суммарного импульса тел после их столкновения 80%, правильно применяют закон сохранения импульса к неупругому удару в среднем 67%. Однако в серии заданий, в которых требовалось сложить вектора и подсчитать модуль импульса, неверных ответов оказалось больше, чем верных. Примером может служить задание, приведенное ниже.

Пример 8.

Два тела движутся по взаимно перпендикулярным пересекающимся прямым, как показано на рисунке. Модуль импульса первого тела $p_1 = 4$ кг·м/с, а второго тела $p_2 = 3$ кг·м/с. Чему равен модуль импульса системы этих тел после их абсолютно неупругого удара?



- 1) 1 кг·м/с 2) 4 кг·м/с 3) 5 кг·м/с 4) 7 кг·м/с

Ответ: 3

Здесь верный ответ выбрали лишь 38% выпускников, по силам оно оказалось лишь экзаменуемым с отличной и хорошей подготовкой. Выпускники с более низкими уровнями подготовки выбирали преимущественно четвертый дистрактор.

Снижаются результаты выполнения при использовании в тексте задания графиков. Так находят период полураспада по графику зависимости числа нераспавшихся ядер от времени около 60% экзаменуемых, определяют коэффициент трения по графику зависимости силы трения от силы нормального давления чуть более половины тестируемых, хотя с аналогичными заданиями без графика справляются более 70% выпускников.

В термодинамике следует отметить одну линию заданий, для которой низкие результаты продемонстрированы тестируемыми всех уровней подготовки. Ниже приведен пример одного из таких заданий на относительную влажность воздуха.

Пример 9.

Относительная влажность воздуха в цилиндре под поршнем равна 60%. Воздух изотермически сжали, уменьшив его объем в два раза. Относительная влажность воздуха стала

- 1) 120% 2) 100% 3) 60% 4) 30%

Ответ: 2

Здесь неверный ответ (120%) выбирало больше экзаменуемых, чем верный (100%). Наглядным примером может служить сравнение с другим заданием повышенного уровня сложности на тот же содержательный элемент (см. пример 10).

Пример 10.

В кубическом метре воздуха в помещении при температуре 20°C находится $1,12 \cdot 10^{-2}$ кг водяных паров. Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, определите относительную влажность воздуха.

$t, ^{\circ}\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho, \cdot 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

- 1) 100% 2) 75% 3) 65% 4) 55%

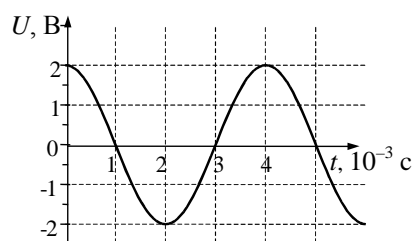
Ответ: 3

С этой расчетной задачей успешно справилось 67% экзаменуемых. Таким образом, большинство выпускников знают формулу для относительной влажности (причем не только через давления, но и через плотности водяных паров), но забывают, что относительная влажность не может быть более 100%.

Отдельно следует отметить результаты выполнения заданий на проверку **понимания смысла основных физических принципов и постулатов**. Так, в этом году на прежнем уровне осталось выполнение заданий на принцип суперпозиции сил, немного улучшились результаты выполнения заданий, проверяющих понимание постоянства скорости света (в среднем около 60%), а также заданий, проверяющих характер излучения света атомом (в среднем около 55%).

Проблемными остаются вопросы на применение закона сохранения энергии к различным процессам. Наиболее высокие результаты отмечаются при выполнении заданий по механике, чуть более половины тестируемых верно выполняют задания на применение первого закона термодинамики. А самым сложным оказывается описание преобразований энергии в процессе колебаний. Ниже приведен пример задания, с которым сумели справиться лишь около 40% участников экзамена.

Пример 11.



Напряжение на клеммах конденсатора в колебательном контуре меняется с течением времени согласно графику на рисунке. Какое преобразование энергии происходит в контуре в промежутке от $2 \cdot 10^{-3}$ с до $3 \cdot 10^{-3}$ с?

- 1) энергия магнитного поля катушки уменьшается от конденсатора максимального значения до 0
- 2) энергия магнитного поля катушки преобразуется в энергию электрического поля конденсатора
- 3) энергия электрического поля конденсатора увеличивается до максимального значения
- 4) энергия электрического поля конденсатора преобразуется в энергию магнитного поля катушки

Ответ: 4

Поскольку в рамках существующей модели КИМ ЕГЭ по физике невозможно проверить сформированность экспериментальных умений с использованием реального оборудования, то **сформированность методологических умений** проверяется опосредованно, при помощи теоретических заданий с выбором ответа А24 и А25. Ниже представлены результаты по основным проверяемым умениям:

- выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе – 73%;
- снятие показаний измерительных приборов, схемы включения электроизмерительных приборов в цепь — 68%;

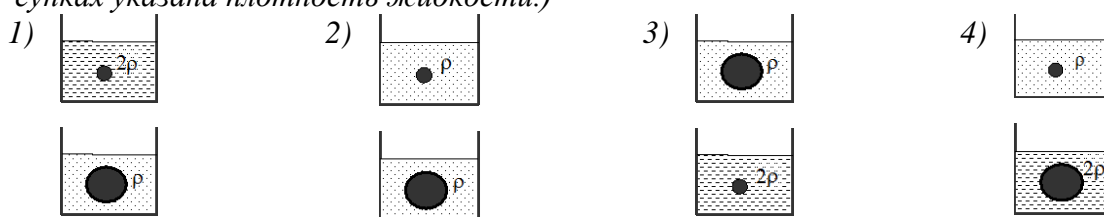
– определение параметра по графику эксперимента (с учетом абсолютных погрешностей) – 42%;

– анализ экспериментальных данных, представленных в виде графика — 47%.

Выбор установки и снятие показаний измерительных приборов проверялись заданиями базового уровня. Наиболее высокие результаты отмечаются для заданий на выбор экспериментальной установки по заданной гипотезе. Ниже приведен пример задания, с которым справились 63% тестируемых.

Пример 12.

Ученик изучает закон Архимеда, изменяя в опытах объем погруженного в жидкость тела и плотность жидкости. Какую пару опытов он должен выбрать, чтобы обнаружить зависимость архимедовой силы от объема погруженного тела? (На рисунках указана плотность жидкости.)



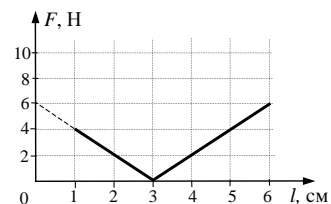
Ответ: 2

В заданиях, проверяющих умение снимать показания по шкале измерительного прибора, самыми простыми оказались вопросы с использованием термометра, а самыми сложными (в среднем 60% выполнения) — на определение влажности воздуха по показаниям психрометра и с использованием психрометрической таблицы.

Задания, предусматривающие анализ графиков экспериментов, относились к повышенному уровню сложности. Здесь наибольшие затруднения вызвали графики зависимости объема газа от температуры при постоянном давлении, которые, скорее всего, были связаны не столько со сложностью извлечения информации из графика, сколько с довольно объемными расчетами по уравнению состояния газа. Гораздо ниже ожидаемых оказались результаты заданий на анализ графика зависимости силы упругости от длины пружины. Пример одного из таких заданий приведен ниже.

Пример 13.

При проведении эксперимента ученик исследовал зависимость модуля силы упругости пружины от длины пружины, которая выражается формулой $F(l) = k|l - l_0|$, где l_0 – длина пружины в недеформированном состоянии. График полученной зависимости приведен на рисунке.



Какое(-ие) из утверждений соответствует(-ют) результатам опыта?

А. Длина пружины в недеформированном состоянии равна 7 см.

Б. Жесткость пружины равна 200 Н/м.

1) только А

2) только Б

3) и А, и Б

4) ни А, ни Б

Ответ: 2

В этой серии заданий экзаменуемые не смогли правильно интерпретировать график, который представлен не в привычном виде от удлинения пружины, а от ее длины. Выбор дистракторов показывает, что наибольшее число ошибок было связано с определением длины пружины в нерастянутом состоянии.

В каждом экзаменационном варианте содержалось 12 заданий, **проверяющих умение решать задачи** по физике: 5 расчетных задач высокого уровня сложности (с развернутым ответом), 1 качественная задача повышенного уровня в третьей части работы и 6 расчетных задач повышенного уровня распределенных между первой и второй

частями работы. Весь комплекс этих заданий позволял проверить овладение умением решать задачи практически по всем темам школьного курса физики. В целом правильное решение задач обеспечивало почти половину от максимального первичного балла.

Среди задач повышенного уровня сложности по механике наиболее высоки проценты выполнения заданий по динамике. В среднем около 45% выпускников успешно решают задачи по динамике на движение связанных тел. Примерно на том же уровне выполняются задания на движение под действием силы тяги, направленной под углом к вектору скорости, и с учетом действия силы трения.

Например, с приведенным ниже заданием на движение под действием силы трения на повороте справились 71% тестируемых. При этом результаты группы выпускников с удовлетворительным уровнем подготовки составляют 62%.

Пример 14.

Автомобиль, двигаясь по горизонтальной дороге, совершает поворот по дуге окружности. Каков минимальный радиус этой окружности при коэффициенте трения автомобильных шин о дорогу 0,4 и скорости автомобиля 10 м/с?

- 1) 25 м 2) 50 м 3) 100 м 4) 250 м

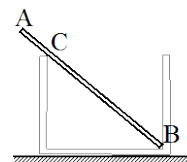
Ответ: 1

Чуть хуже (процент выполнения от 35% до 40%) участники экзамена решают задачи на закон сохранения энергии в механических процессах. При этом общие проблемы при решении задач с использованием закона сохранения энергии, на которые было обращено внимание в отчете 2009 г., сохраняются. Так с записью закона сохранения энергии в механических процессах справляются выпускники с хорошим и удовлетворительным уровнем подготовки; с применением первого закона термодинамики справляется порядка 18% тестируемых, а применить закон сохранения энергии, например, к электромагнитным колебаниям в контуре, могут лишь выпускники из группы с самым высоким уровнем подготовки. К сожалению, сложившаяся система преподавания предмета не предусматривает формирования обобщенных представлений об использовании закона сохранения энергии для анализа различных процессов. Можно порекомендовать при проведении обобщающего повторения в конце курса физики уделить этому вопросу отдельное учебное время и на примере специально подобранных задач обратить внимание учащихся на применение закона сохранения энергии для анализа механических тепловых и электромагнитных явлений и процессов.

По сравнению с 2009 г. ухудшились результаты выполнения заданий по статике. Около трети экзаменуемых вообще не приступают к их выполнению. Кроме того для этих заданий число неверных ответов (которые просто соответствуют сложению или вычитанию двух указанных в задании сил) зачастую превышает число верных ответов. Ниже приведен пример одной из задач по статике, правильно выполнить которую смогли лишь 8% выпускников.

Пример 15.

Однородный стержень АВ массой $m = 100$ г покоится, упираясь в стык дна и стенки банки концом В и опираясь на край банки в точке С (см. рисунок). Модуль силы, с которой стержень давит на стенку сосуда в точке С, равен 0,5 Н. Чему равен модуль вертикальной составляющей силы, с которой стержень давит на сосуд в точке В, если модуль горизонтальной составляющей этой силы равен 0,3 Н? Трением пренебречь.



Эти результаты объясняются вероятнее всего тем, что в большинстве учебно-методических комплектов статика не выделяется в отдельный раздел, а в структуре динамики элементы статики не осознаются выпускниками на должном уровне

Среди задач повышенного уровня по МКТ и термодинамике наиболее успешно выполнялись задания на применение уравнения Менделеева-Клапейрона и формулу

для внутренней энергии идеального газа (проценты выполнения от 30% до 45%). Наиболее сложными, как было сказано выше, оказались задачи на применение первого закона термодинамики. Так, с приведенным ниже заданием успешно справились лишь 16% выпускников.

Пример 16.

При изобарном нагревании газообразный гелий получил количество теплоты 100 Дж. Каково изменение внутренней энергии гелия? Масса гелия в данном процессе не менялась.

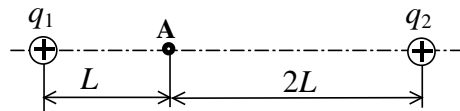
Ответ: 60

Результаты решения задач с выбором ответа и с кратким ответом по электродинамике выглядят следующим образом: определение результирующей напряженности двух точечных зарядов — 13% выпускников, применение закона Ома для полной цепи — 36%; определение энергии магнитного поля катушки или электрического поля конденсатора (с использованием графика) — 42%, движение заряженной частицы в магнитном поле — 38%, определение площади тени от точечного источника — 46%, применение формулы для дифракционной решетки — 40%. Как видно из этого перечисления, наиболее сложными оказались задачи по электростатике. Пример одной из таких задач (процент выполнения — 12%) приведен ниже.

Пример 17.

Два точечных положительных заряда $q_1 = 200$ нКл и $q_2 = 400$ нКл находятся в вакууме.

Определите величину напряженности электрического поля этих зарядов в точке А, расположенной на прямой, соединяющей заряды, на расстоянии L от первого и $2L$ от второго заряда. $L = 1,5$ м.



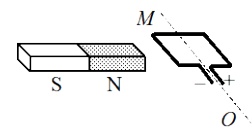
Ответ: 400

В 2009 г. в третью часть экзаменационной работы были впервые включены качественные задачи повышенного уровня сложности, в которых требовалось привести объяснение, выстроив логически стройную цепочку рассуждений со ссылкой на физические явления и законы. В 2010 г., как и в 2009 г., результаты выполнения подобных заданий остаются крайне низкими. Практически для всех задач такого типа, полное верное объяснение можно встретить лишь для выпускников с отличным уровнем подготовки.

Как правило, эти задания строятся на основе типовых демонстрационных экспериментов или ситуаций, описанных в любом учебнике физики средней школы. Однако трудность этих заданий оказывается сопоставимой с расчетными задачами высокого уровня сложности. Ярким примером может случить задача на объяснение движения рамки с током под действием силы Ампера (см. пример 18).

Пример 18. (1 балл — 18%, 2 балла — 6%, 3 балла — 3%)

Рамку с постоянным током удерживают неподвижно в поле полосового магнита (см. рисунок). Полярность подключения источника тока к выводам рамки показана на рисунке. Как будет двигаться рамка на неподвижной оси МО, если рамку не удерживать? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения. Считать, что рамка испытывает небольшое сопротивление движению со стороны воздуха.



Около трети тестируемых смогли вычлениТЬ в этой ситуации изученное физическое явление. Однако очень немногим удалось выявить необходимые элементы для построения последовательного объяснения.

Двухлетний опыт использования качественных задач показывает, что анализу явлений и их объяснению в старшей школе не уделяется должного внимания. В частности, следует использовать все возможные пути демонстрации учащимся опытов на реальном оборудовании, позволяющих усвоить все особенности протекания того или иного явления. Например, результаты выполнения приведенного выше задания с рамкой (см. пример 18) были бы существенно выше, если бы все учащиеся имели возможность наблюдать данное явление. Современное оборудование школьного кабинета физики позволяет напрямую продемонстрировать данное явление в нескольких различных вариантах: в демонстрационном опыте с использованием компьютерной датчиковой системы, в традиционном опыте с использованием амперметра, при демонстрации динамомашинки или при проведении ученического опыта с использованием соответствующего оборудования для лабораторных работ.

Одна из серий качественных задач использовалась на экзамене как в 2009 г., так и в 2010 г. Текст одной из этих задач приведен ниже.

Пример 19.

В цилиндрическом сосуде под поршнем длительное время находятся вода и ее пар. Поршень начинают выдвигать из сосуда. При этом температура воды и пара остается неизменной. Как будет меняться при этом масса жидкости в сосуде? Ответ поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения.

К сожалению, никаких значимых различий в выполнении этих заданий не наблюдалось. Около четверти тестируемых получили за ее выполнение по одному баллу. При этом анализ ответов показывает, что многие давали ответ на вопрос задания, исходя из жизненного опыта, не привлекая физических знаний. Привести же полностью или частично верное обоснование своего ответа с привлечением знаний о свойствах паров сумели лишь около 16% выпускников.

Результаты экзамена 2010 г. показывают, что решение расчетных задач высокого уровня сложности доступно менее чем трети тестируемых. При анализе результатов экзамена считается, что задача решена, если за ее выполнение экзаменуемый получил 2 или 3 балла. Ниже приведены результаты решения задач с развернутым ответом:

- движение самолета при боковом и встречном ветре — 10%; движение тела под углом к горизонту без учета потери энергии — 13%, с учетом потери энергии — 15%; применение законов сохранения энергии и импульса при неупругом ударе — 18%;
- применение уравнения Менделеева-Клапейрона, законов Ньютона, силы Архимеда (воздушный шар) — 9%; применение первого закона термодинамики и уравнения Менделеева-Клапейрона к серии процессов в газе — от 4% до 8%;
- применение закона Ома для полной цепи и соотношений для соединений проводников — 19%; движение электрона в поле плоского конденсатора — 5%, движение заряженного шарика в электростатическом поле и поле силы тяжести — 12%; колебания заряженного тела в поле других зарядов — 4%, колебания математического маятника и его изображения в линзе — 8%;
- ЭДС индукции в движущемся проводнике — 9%; применение закона сохранения энергии к процессам в колебательном контуре — 8%; конический маятник, имеющий электрический заряд, в магнитном поле — 3%;
- применение уравнения Эйнштейна для фотоэффекта — 25%; движение частицы в электрическом поле, фотоэффект — 16%; определение длин волн, изучаемых атомом (энергетические уровни атома) — 18%.

Задания С6 по квантовой физике в вариантах этого года были наиболее стандартными по формулировке и их результаты, как и следовало ожидать, оказались наиболее высокими в группе задач с развернутым ответом. Объективно задания по механике были несколько сложнее, по крайней мере, с точки зрения объемности математических преобразований. Однако результаты их выполнения выше, чем, например, достаточно стандартных задач на движение заряженных частиц в электростатическом поле. Ниже приведен пример одной из таких задач.

Пример 20. (1 балл — 9%, 2 балла — 4%, 3 балла — 7%)

Польный шарик массой $m = 0,4$ г с зарядом $q = 8$ нКл движется в однородном горизонтальном электрическом поле из состояния покоя. Траектория шарика образует с вертикалью угол $\alpha = 45^\circ$. Чему равен модуль напряженности электрического поля E ?

Часть тестируемых смогли лишь записать уравнение для движения заряда под действием электростатической силы, и лишь 11% выпускников учли при решении действие силы тяжести.

Ниже ожидаемых оказались результаты выполнения заданий по молекулярной физике и термодинамике. Как правило, к решению этих задач приступает довольно много выпускников, 12%-16% тестируемых удается правильно записать часть необходимых уравнений и получить 1 балл. Но в отличие от заданий по другим разделам не всегда эти уравнения пишутся исходя из понимания физических процессов, описанных в задаче (подчас это «типовой набор» из первого закона термодинамики и уравнения Менделеева-Клапейрона). Именно поэтому в этих заданиях наиболее существенен «разрыв» между 1 и 2 баллами. Пример одной из задач по этому разделу приведен ниже.

Пример 21.

Газонепроницаемая оболочка воздушного шара имеет массу 400 кг. Шар заполнен гелием. Он может удерживать груз массой 225 кг в воздухе на высоте, где температура воздуха 17°C , а давление 10^5 Па. Какова масса гелия в оболочке шара? Оболочка шара не оказывает сопротивления изменению объема шара, объем груза пренебрежимо мал по сравнению с объемом шара.

К решению этой задачи приступили около 20% участников экзамена, необходимую систему уравнений смогли записать 12%, полностью решили, получив 3 балла, 4%, а частично — 4,5% выпускников.

Результаты выполнения заданий с развернутым ответом показывают, что лишь четверть из пришедших на экзамен по физике демонстрируют умение решать задачи, то есть то умение, которое является основополагающим для дальнейшего обучения в высших учебных заведениях физико-технического профиля. Для остальных же, при условии их приема в вузы, необходима организация коррекционной работы по более качественному изучению программы по физике среднего общего образования.

2.3.6. Анализ результатов выполнения экзаменационной работы по физике выпускниками с различным уровнем подготовки

Для анализа результатов экзамена, как и в 2009 г., участники ЕГЭ по физике были разделены на пять групп с минимальным, низким, удовлетворительным, хорошим и отличным уровнями подготовки.

Минимальный уровень выполнения экзаменационной работы характеризует результаты тех выпускников, которые получили минимальное число баллов ЕГЭ. Низкий уровень характеризует результаты выпускников, которые получили балл, ниже которого находятся примерно 25% экзаменуемых. Удовлетворительный уровень фиксирует уровень, разделяющий экзаменуемых на две равные части. Хороший уровень соответствует границе, выше которой находятся результаты примерно 25% наиболее подго-

товленных экзаменуемых. Отличный уровень фиксирует уровень, выше которого находятся результаты 10% наиболее подготовленных экзаменуемых.

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

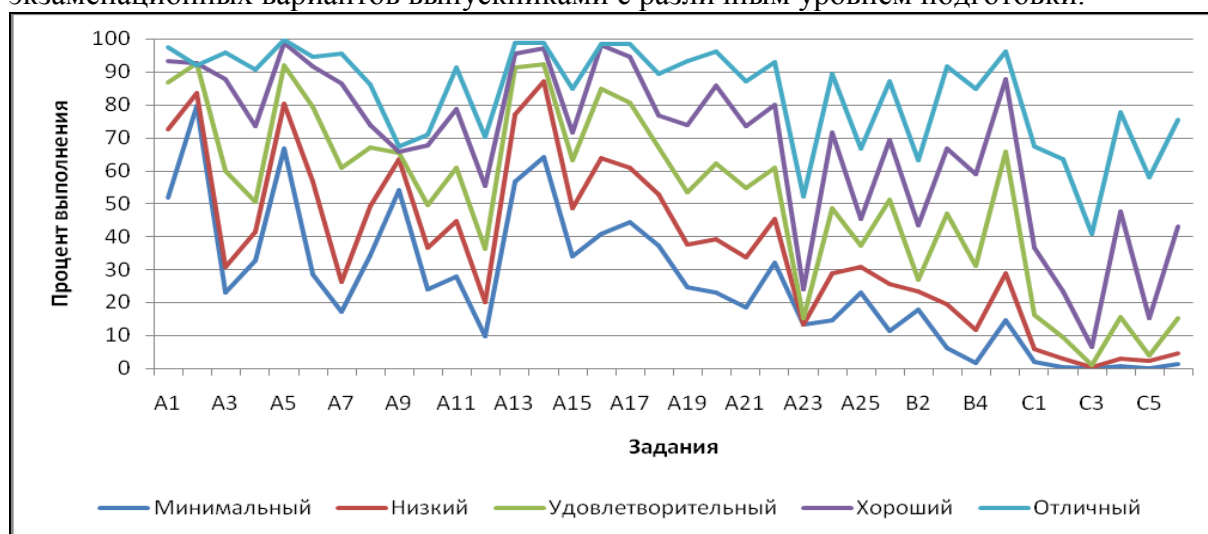


Рис. 3.2. Результаты выполнения заданий разных частей работы учащимися с различным уровнем подготовки по физике

В таблице 3.2 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 вопросов с выбором ответа и 50% для заданий с кратким и развернутым ответом.

Таблица 3.2. Описание подготовки групп участников экзамена 2010 г. по физике

Характеристика группы выпускников	Описание уровня подготовки выпускников
<p>Минимальный уровень</p> <p>Первичный балл – 8-12</p> <p>Тестовый балл – 34-42</p> <p>Процент экзаменуемых, достигших и превысивших данный уровень – 95,1%</p> <p>Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 18,3%</p>	<p>Невозможно выделить содержательных элементов, полностью усвоенных выпускниками данной группы. Для тестируемых с минимальным уровнем подготовки характерно выполнение лишь отдельных заданий, которые перечислены ниже:</p> <p style="text-align: center;">Задания базового уровня</p> <ul style="list-style-type: none"> - движение тела по инерции; - определение вида механического движения по заданным координатам; - формула для импульса тела и для импульса силы; - определение направления суммарного импульса при ударе; - применение формулы для силы тока (через заряд и промежуток времени); - определение наличия элементов при сравнении линейчатых спектров, - выбор установки для опыта по заданной гипотезе.
<p>Низкий уровень</p> <p>Первичный балл – 13-17</p> <p>Тестовый балл – 43-49</p> <p>Процент экзаменуемых, достигших и превысивших данный уровень –</p>	<p>Дополнительно к элементам содержания, освоенным выпускниками предыдущей группы, данная группа продемонстрировала владение следующим материалом:</p> <p style="text-align: center;">Задания базового уровня</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение пути по графику зависимости скорости от времени; - формула для центростремительного ускорения; - решение задачи на движение тела по окружности под действием силы трения;

<p>76,2%</p> <p>Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 23,1%</p>	<ul style="list-style-type: none"> - зависимость средней кинетической энергии теплового движения от температуры; - изопроцессы (формулы); - взаимодействие зарядов; - закон Кулона (формула); - сила Ампера (формула); - ЭДС индукции (формула); - формула Томсона; - построение изображения в плоском зеркале; - построение изображения в собирающей линзе; - состав атома; - уравнение реакций α- и β-распадов.
<p>Удовлетворительный уровень</p> <p>Первичный балл –18-24</p> <p>Тестовый балл – 50-57</p> <p>Процент экзаменуемых, достигших и превысивших данный уровень – 53,1%</p> <p>Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 26,4%</p>	<p>Дополнительно к элементам содержания, освоенным выпускниками предыдущих групп, данная группа продемонстрировала владение следующим материалом:</p> <p style="text-align: center;">Задания базового уровня</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение изменения физических величин при колебаниях пружинного маятника; - определение изменения физических величин при движении спутника по круговой орбите; - закон Гука (расчет); - определение равнодействующей силы; - закон сохранения энергии в механических процессах; - длина волны (формула); - броуновское движение (определение); - количество теплоты, полученное при нагревании (охлаждении) (расчет); - условие теплового равновесия; - условия испарения жидкости; - связь давления газа и скорости теплового движения молекул; - применение уравнение состояния идеального газа; - работа газа (график); - изменение физических величин (объем, плотность, внутренняя энергия) при изменении температуры газа; - закон Ома для участка цепи (задание с фотографией); - последовательное и параллельное соединение проводников; - закон Джоуля-Ленца (расчет); - определение направления вектора магнитной индукции прямого тока; - закон отражения света; - интерференция, дифракция света (определения); - постоянство скорости света; - определение периода полураспада по графику; - снятие показаний измерительных приборов; <p style="text-align: center;">Задания повышенного уровня</p> <ul style="list-style-type: none"> - движение под действием силы трения (задача); - закон Ома для полной цепи (задача); - образование тени и полутени (задача).
<p>Хороший уровень</p> <p>Первичный балл –25-32</p> <p>Тестовый балл – 58-65</p> <p>Процент экзаменуемых, достигших и превысивших</p>	<p>Дополнительно к элементам содержания, освоенным выпускниками предыдущих групп, данная группа продемонстрировала владение следующим материалом:</p> <p style="text-align: center;">Задания базового уровня</p> <ul style="list-style-type: none"> - определение коэффициента трения (график); - закон всемирного тяготения (формула);

<p>ших данный уровень – 26,7%</p> <p>Процент экзаменуемых в группе с данным уровнем подготовки – 16,9%</p>	<ul style="list-style-type: none"> - сонаправленность ускорения и равнодействующей силы; - свободное падение тела (расчет); - работа силы трения (расчет); - превращение энергии при колебаниях маятника; - графики координаты, проекций скорости, ускорения и силы тяжести при свободном падении тела; - анализ графика (сила упругости пружины); - условия кипения жидкости; - направление теплопередачи; - первый закон термодинамики; - определение влажности воздуха при помощи психрометра; - условия наблюдения интерференции; - энергия, частота, длина волны, импульс фотона (формулы); - излучение света атомом; - проникающая способность радиоактивных излучений; <p style="text-align: center;">Задания повышенного уровня</p> <ul style="list-style-type: none"> - применение уравнений для равноускоренного движения; - применение закона Ома для полной цепи (задача); - применение уравнения Менделеева-Клапейрона (задача); - движение частицы в магнитном поле (задача); - определение коэффициента по графику эксперимента (уравнение Менделеева-Клапейрона); <p style="text-align: center;">Задания высокого уровня (задачи)</p> <ul style="list-style-type: none"> - движение тела под углом к горизонту; - применение законов сохранения энергии и импульса при неупругом ударе; - применение закона Ома для полной цепи и соотношений для соединенных проводников; - определение длин волн, изучаемых атомом (энергетические уровни атома); - движение частицы в электрическом поле, фотоэффект;
<p>Отличный уровень</p> <p>Первичный балл – 33-50</p> <p>Тестовый балл – 66-100</p> <p>Процент экзаменуемых, достигших и превысивших данный уровень – 9,8%</p>	<p>Дополнительно к элементам содержания, освоенным выпускниками предыдущих групп, данная группа продемонстрировала владение следующим материалом:</p> <p style="text-align: center;">Задания базового уровня</p> <ul style="list-style-type: none"> - формулы для определения длины волны света при преломлении на границе раздела «вода – воздух»; - относительная влажность воздуха; - изменение физических величин при работе тепловой машины; - явление, объясняемое законом электромагнитной индукции; - превращение энергии в колебательном контуре; - определение показателя преломления по рисунку опыта; <p style="text-align: center;">Задания повышенного уровня</p> <ul style="list-style-type: none"> - анализ условий проведения опыта; - применение газовых законов (расчет); - движение связанных тел (задача); - применение первого закона термодинамики к изопроцессам (задача); - формула для дифракционной решетки (задача); - относительная влажность воздуха (качественная задача); - применение первого закона термодинамики (качественная задача); - движение рамки с током в магнитном поле (качественная задача); - возникновение ЭДС индукции в катушке трансформатора (качественная задача); <p style="text-align: center;">Задания высокого уровня (задачи)</p>

	<ul style="list-style-type: none"> - движение самолета при боковом и встречном ветре; - применение уравнения Менделеева-Клапейрона, законов Ньютона, сила Архимеда (воздушный шар); - применение первого закона термодинамики и уравнения Менделеева-Клапейрона к серии процессов в газе; - колебания математического маятника и его изображения в линзе; - движение заряда в электрическом поле; - конический маятник, имеющий электрический заряд, в магнитном поле; - применение закона сохранения энергии к процессам в колебательном контуре; - ЭДС индукции в движущемся проводнике;
--	--

Выпускники *с минимальным уровнем подготовки* демонстрируют выполнение отдельных заданий, которые говорят о бессистемности знаний и умений. Как правило, это задания, проверяющие те элементы содержания, которые изучаются как в основной, так и в средней школе. При этом у данной группы явно прослеживается приоритет в знаниях по механике по сравнению с остальными разделами курса физики.

Можно сказать, что уровень освоения программного материала для данной группы практически полностью совпадает с прошлогодними показателями. Хотя эта группа демонстрирует выполнение половины заданий, соответствующих стандарту базового уровня, но такой объем знаний не дает оснований говорить о возможности обучения по программам высших учебных заведений.

Ниже приведен пример задания, с которым справляются экзаменуемые данной группы:

Пример 22 (базовый уровень).

Четыре тела двигались по оси Ox. В таблице представлена зависимость их координат от времени.

<i>t, с</i>	0	1	2	3	4	5
<i>x₁, м</i>	0	2	4	6	8	10
<i>x₂, м</i>	0	0	0	0	0	0
<i>x₃, м</i>	0	1	4	9	16	25
<i>x₄, м</i>	0	2	0	−2	0	2

У какого из тел скорость могла быть постоянна и отлична от нуля?

1) 1 2) 2 3) 3 4) 4

Ответ: 1.

<i>Средний % выполнения</i>	<i>Процент выполнения</i>				
	<i>Минимальный уровень</i>	<i>Низкий уровень</i>	<i>Удовлетворительный уровень</i>	<i>Хороший уровень</i>	<i>Отличный уровень</i>
<i>79%</i>	<i>65%</i>	<i>77%</i>	<i>88%</i>	<i>91%</i>	<i>96%</i>

Группа выпускников *с низким уровнем подготовки*, как и в прошлом году, показала некоторую системность знаний по стандарту базового уровня. Данная группа выпускников выполняет задания, которые, как правило, проверяют воспроизведение наиболее часто встречающихся формул. При этом они достаточно успешно справляются с простейшими расчетами. От экзаменуемых предыдущей группы они отличаются, прежде всего, по количеству воспроизводимых формул и законов (см. пример 23). Однако при выполнении других заданий прослеживается явный недостаток теоретических

знаний, наиболее успешно выполняются те задания, которые часто встречаются в различных тренировочных вариантах при подготовке к ЕГЭ.

Ниже приведены пример типичного задания, с которым справляются экзаменуемые данной группы:

Пример 23.

Установите соответствие между процессами в идеальном газе и формулами, которыми они описываются (N – число частиц, p – давление, V – объем, T – абсолютная температура, Q – количество теплоты.) К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ПРОЦЕССЫ

ФОРМУЛЫ

А) Изобарный процесс при $N = \text{const}$

1) $\frac{p}{T} = \text{const}$

Б) Изотермический процесс при $N = \text{const}$

2) $\frac{V}{T} = \text{const}$

3) $pV = \text{const}$

4) $Q = 0$

Ответ: 23.

Средний % выполнения	Процент выполнения				
	Минимальный уровень	Низкий уровень	Удовлетворительный уровень	Хороший уровень	Отличный уровень
66%	29%	57%	83%	93%	98%

Выпускники из группы с *удовлетворительным уровнем подготовки* справляются с 70% заданий базового уровня и демонстрируют в этой области достаточно устойчивые знания по всем разделам курса физики. Они пытаются выполнять расчетные задачи повышенного уровня, но удается это лишь в случаях типичных учебных ситуаций. К сожалению, при решении заданий с развернутым ответом им удается записать лишь одно-два необходимых уравнения. Наиболее сложными для этой группы экзаменуемых оказываются качественные задачи. По сравнению с прошлым годом наметилась тенденция улучшения качества решения типовых задач и меньшего числа ошибок в заданиях, где проверяются различные формулы с использованием расчетов.

Ниже приведен пример типичного задания, с которыми справляются выпускники данной группы:

Пример 24 (повышенный уровень).

При подключении электрической лампы к выводам гальванической батареи с внутренним сопротивлением 1 Ом сила тока в цепи 0,1 А, а напряжение на лампе 8,9 В. Найдите ЭДС гальванической батареи.

Ответ: 9

Средний % выполнения	Процент выполнения				
	Минимальный уровень	Низкий уровень	Удовлетворительный уровень	Хороший уровень	Отличный уровень
52%	15%	29%	66%	88%	96%

Группа тестируемых с *хорошим уровнем подготовки* успешно выполняет задания базового уровня сложности и более половины заданий повышенного уровня и приступает к выполнению заданий высокого уровня сложности. По сравнению с прошлым годом отмечается более серьезная подготовка данной группы выпускников. Этот факт подтверждается успешным выполнением ряда расчетных задач с развернутым ответом.

Причем, в данной группе также прослеживается более глубокое понимание вопросов механики. Так по механике выполняются более сложные задачи, чем по другим разделам. Это хорошо видно из приведенных ниже примеров, где для менее сложной задачи по теме «Электромагнитные колебания» (см. пример 27) результаты для группы «хорошистов» ниже, чем для задачи по механике (см. пример 25).

Пример 25 (высокий уровень).

Шайба массой m начинает движение по желобу AB из точки A из состояния покоя. Точка A расположена выше точки B на высоте $H = 6$ м. В процессе движения по желобу механическая энергия шайбы из-за трения уменьшается на $\Delta E = 2$ Дж. В точке B шайба вылетает из желоба под углом $\alpha = 15^\circ$ к горизонту и падает на землю в точке D , находящейся на одной горизонтали с точкой B (см. рисунок). $BD = 4$ м. Найдите массу шайбы m . Соппротивлением воздуха пренебречь.



Средний % выполнения	Процент выполнения				
	Минимальный уровень	Низкий уровень	Удовлетворительный уровень	Хороший уровень	Отличный уровень
17%	0%	2%	12%	50%	84%

Группа выпускников с **отличным уровнем подготовки** — это наиболее подготовленная группа, способная успешно обучаться в вузах физического профиля. Как правило, тестируемые, относящиеся к этой группе, успешно выполняют задания базового и повышенного уровня сложности и около половины заданий с развернутым ответом. Различия в выполнении заданий базового и повышенного уровней сложности с предыдущей группой связаны с умением объяснять протекание различных физических явлений. Отметим, что только данной группе оказались под силу качественные задачи с развернутым ответом, в которых необходимо было самостоятельно выстроить всю цепочку рассуждений.

Ниже приведены пример типичных заданий, с которыми справляются экзаменуемые данной группы:

Пример 26 (повышенный уровень).

С использованием основного закона электромагнитной индукции ($\varepsilon_{\text{инд}} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$) можно

объяснить

- 1) взаимодействие двух параллельных проводов, по которым идет ток
- 2) отклонение магнитной стрелки, расположенной вблизи проводника с током параллельно ему
- 3) возникновение электрического тока в замкнутой катушке при увеличении силы тока в другой катушке, находящейся рядом с ней
- 4) возникновение силы, действующей на проводник с током в магнитном поле

Ответ: 3

Средний % выполнения	Процент выполнения				
	Минимальный уровень	Низкий уровень	Удовлетворительный уровень	Хороший уровень	Отличный уровень
45%	26%	35%	46%	58%	81%

Пример 27 (высокий уровень).

В идеальном колебательном контуре амплитуда колебаний силы тока в катушке индуктивности $I_m = 5$ мА, а амплитуда напряжения на конденсаторе $U_m = 2,0$ В. В момент времени t напряжение на конденсаторе равно 1,2 В. Найдите силу тока в катушке в этот момент.

Средний % выполнения	Процент выполнения				
	Минимальный уровень	Низкий уровень	Удовлетворительный уровень	Хороший уровень	Отличный уровень
10%	0%	2%	4%	15%	58%

Проведение ЕГЭ по физике в течение двух лет в штатном режиме демонстрирует стабильные результаты как по средним показателям (средний балл, число не достигших минимальной границы), так и по результатам выполнения групп заданий, проверяющих сформированность различных видов деятельности. Более половины участников экзамена владеют лишь основными содержательными элементами знаний и простейшими умениями, которые соответствуют требованиям стандарта по физике базового уровня (с объемом учебной нагрузки 2 часа в неделю за два года обучения). Можно предполагать, что число обучающихся в физико-математических классах, существенно ниже числа мест в физико-технических вузах. В результате абитуриентами этих вузов становятся выпускники, не получившие необходимого уровня подготовки по школьному курсу физики.

2.3.7. Выводы

1. В 2010 г. в ЕГЭ по физике принимало участие 194 339 выпускников из всех регионов страны, что составляет порядка 23% от общего числа выпускников. В 2009 г. число участников составило 205 379 человек. Число участников ЕГЭ по физике варьировалась в зависимости от региона: от 48 человек в Ненецком автономном округе до 9009 выпускников в Чеченской республике. Три четверти участников экзамена — юноши и лишь четверть — девушки.

2. Результаты ЕГЭ по физике 2010 г. в целом совпали с прошлогодними. Средний первичный балл составил 19,6 баллов. (В 2009 г. — 19,4 балла). По различным регионам средний первичный балл варьировался от 8,9 до 28,2 баллов.

Число тестируемых, набравших максимально возможный балл, составило 108 человек или 0,06% от общего числа сдающих. (В 2009 г. — 189 человек, 0,09%).

3. Минимальная граница ЕГЭ по физике 2010 г. была установлена на уровне 34 тестовых баллов, что соответствует 8 первичным баллам (в первичных баллах минимальная граница была установлена в тех же пределах, что и в прошлом году).

Не преодолели минимальную границу ЕГЭ по физике 6,4% от общего числа тестируемых, в 2009 г. — 6,2%. Выпускники, набравшие минимальный балл, продемонстрировали уровень знаний и умений, достаточный для аттестации по курсу физики базового уровня. Как правило, эти выпускники выполняют отдельные задания, требующие воспроизведения основополагающих теоретических сведений, понимание смысла наиболее важных физических явлений, законов и величин, относящихся к различным раз-

делам школьного курса физики (механика, МКТ и термодинамика, электродинамика и квантовая физика).

4. Участниками экзамена на базовом и повышенном уровне успешно выполняются задания на понимание смысла основных физических величин и законов по механике, молекулярной физике и электродинамике, на базовом уровне отмечается усвоение умений, связанных с методами научного познания. Отмечается снижение результатов по всем видам деятельности для содержательных элементов из раздела «Квантовая физика». Кроме того, отмечаются затруднения при выполнении заданий на объяснение различных физических явлений, а также на применение закона сохранения энергии к различным процессам. При решении задач выявлены проблемы в усвоении элементов статики и электростатики.

5. Анализ результатов выполнения экзаменационной работы по физике выпускниками, имеющими различные уровни подготовки, выявил, что выпускники с низким уровнем подготовки показывают некоторую системность знаний в соответствии со стандартом базового уровня. Тестируемые с удовлетворительным уровнем подготовки демонстрируют устойчивые знания по всем разделам школьного курса физики, но только в рамках выполнения заданий базового уровня. Группа участников экзамена с хорошим уровнем подготовки демонстрирует более высокие по сравнению с прошлым годом результаты при решении задач высокого уровня сложности. Для группы выпускников с отличным уровнем подготовки, в отличие от предыдущей группы, характерно успешное выполнение заданий на объяснение причин и условий протекания различных физических явлений, а также решение задач с неявно заданной физической моделью.

6. Анализ результатов выполнения экзаменационных заданий за два года проведения ЕГЭ по физике в штатном режиме позволяет говорить о том, что требования, предъявляемые к изучающим физику на профильном уровне, доступны лишь для четверти участников экзамена. Вероятно, это объясняется малым числом профильных классов, в которых физика изучается в объеме, соответствующем профильному уровню. Тем самым в вузы физико-технического профиля поступают многочисленные абитуриенты, изучавшие физику на базовом уровне и не подготовленные к успешному освоению программ высшей школы. В связи с этим крайне остро стоит вопрос об эффективности организации профильного обучения в области физико-математического образования.

7. Используя в течение двух лет КИМ по физике позволяют успешно диагностировать освоение содержательных элементов всех разделов школьного курса физики и овладение выпускниками основными видами деятельности. Но результаты ЕГЭ последних двух лет (участие в экзамене большого числа выпускников, изучавших физику лишь на базовом уровне, недостаточно высокий средний первичный балл и малое число тестируемых, выполняющих задания третьей части работы) дают основания рекомендовать несколько снизить общую трудность варианта ЕГЭ по физике за счет уменьшения числа расчетных задач повышенного уровня сложности при сохранении общих подходов к отбору содержания и структуры контрольных измерительных материалов.

2.3.8. Рекомендации по подготовке к ЕГЭ 2011 г.

В контрольных измерительных материалах ЕГЭ по физике 2011 г. планируется уменьшить общее число заданий до 35 за счет изменения структуры второй части работы. Планируется оставить только 4 задания на соответствие, два из которых будут проверять понимание характера изменения физических величин в тех или иных процессах, а два других, например, узнавание формул, определение характера изменения графика указанных физических величин и т.п. Такое изменение структуры приведет к уменьше-

нию общего числа расчетных задач: в каждом варианте будет оставлено лишь десять расчетных задач, четыре с выбором ответа и шесть с развернутым ответом. Тем самым несколько увеличится время на выполнение заданий высокого уровня сложности.

Система оценивания заданий с развернутым ответом сохранена, каждое из заданий второй части работы будет оцениваться в два балла. В связи с этим максимальный первичный балл станет равным 51 баллу. Более подробно с проектами спецификации и демонстрационного варианта можно ознакомиться на сайте ФИПИ.

Анализ результатов экзаменов двух последних лет выявил проблемы, связанные с тем, что многочисленная группа тестируемых по физике изучала предмет, скорее всего, лишь на базовом уровне. В связи с этим одна из основных проблем, решение которой будет способствовать качественному изучению предмета и, как следствие, успешной сдаче ЕГЭ — это организация классов физико-математического профиля, максимально отвечающая социальному заказу общества. К сожалению, не везде можно организовать профильное изучение этих предметов одновременно в целом классе (в силу большого числа школ с незначительной численностью выпускников). Однако практика показывает, что элективный курс по подготовке к ЕГЭ неэффективен, если он служит простым дополнением общего курса в 2 часа в неделю. В учебном предмете «Физика» между двумя и тремя недельными часами очень существенна разница в возможности формирования специфических для предмета видов деятельности, и прежде всего — умения решать задачи по физике.

Поэтому в тех школах, где нет возможности сформировать целых физико-математический класс, при наличии учащихся, ориентированных на продолжение образования в вузах физико-технического профиля, рекомендуется отводить на курс физики три часа в неделю. Только в этом случае у учащихся появляется реальная возможность при наличии элективного курса получить подготовку, соответствующую профильному уровню изучения предмета, и подготовиться к сдаче ЕГЭ. Школа же при этом несет ответственность школы только за реализацию стандарта базового уровня по физике для всех учащихся. Целесообразно шире развивать дистанционные формы дополнительного образования, предлагая учащимся больше возможностей для самостоятельного совершенствования в предмете.

При планировании учебного процесса целесообразно обратить внимание на следующие моменты.

1. Крайне важно не пренебрегать проведением всех предусмотренных программой лабораторных работ или работ практикума. В первую очередь это необходимо для успешного выполнения заданий ЕГЭ по фотографиям реальных экспериментов, которые будут содержаться в следующем году в каждом экзаменационном варианте.

В заданиях с выбором ответа фотографии могут использоваться, например, в вопросах на узнавание какого-либо физического явления; на определение тех или иных свойств этих явлений; применение формул или законов и т.д. В третьей части — это расчетные задачи на основе приведенной на фотографии экспериментальной установки и показаний измерительных приборов. При выполнении заданий по фотографиям учащиеся должны узнавать изображенные на фотографии измерительные приборы и обозначение, уметь снимать показания измерительных приборов (линейка, транспортир, динамометр, весы, мензурка, термометр, секундомер электронный, амперметр, вольтметр, манометр, барометр бытовой и др.), представлять себе протекание зафиксированных на фотографиях явлений и опытов.

При проведении лабораторных работ рекомендуется обратить внимание на формирование следующих умений: построение графиков и определение по ним значения физических величин, запись результатов измерений и вычислений с учетом погрешно-

стей измерений и необходимых округлений, анализ результатов опыта и формулировка выводов по результатам, заданным в виде таблицы или графика.

2. Важным аспектом успешной подготовки является и проведение в классе демонстрационных экспериментов, на основании которых строится объяснение теоретического материала в учебнике. Как показывает анализ результатов экзамена, выпускники зачастую могут лишь соотнести рисунок или схему эксперимента с изученным физическим явлением или законом, но не в состоянии выстроить связное объяснение о ходе эксперимента или сформулировать правильные выводы.

3. Целесообразно уделять достаточное внимание устным ответам и решению качественных задач. При этом необходимо добиваться полного правильного ответа, включающего последовательное связное обоснование с указанием на изученные закономерности. Так, при решении качественной задачи в экзаменационном варианте полным и правильным ответом считается тот, в котором приведен правильный ответ, полное объяснение и сделаны ссылки на наблюдаемые явления и использованные законы.

4. Важной частью подготовки к продолжению образования в физико-технических вузах является обучение решению задач. Результаты экзамена показывают, что это умение осваивается лишь четвертью из участников экзамена. Понятно, что основная проблема — это нехватка времени и существующие в настоящее время у большинства учащихся проблемы с проведением математических преобразований. Рекомендуется в учебном процессе перестроиться с системы «изучения основных типов задач по данному разделу» на обучение обобщенному умению решать задачи. В этом случае учащиеся будут приучаться не выбирать тот или иной известный алгоритм решения, а анализировать описанные в задаче явления и процессы и строить физическую модель, подходящую для данного случая. Такой подход несоизмеримо более ценен не только для обучения решению задач, но в рамках развития интеллектуальных умений учащихся.

Методическую помощь учителю и учащимся при подготовке к ЕГЭ могут оказать материалы с сайта ФИПИ (www.fipi.ru):

- документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2011 г. (кодификатор элементов содержания, спецификация и демонстрационный вариант КИМ);
- открытый сегмент Федерального банка тестовых заданий;
- учебно-методические материалы для председателей и членов региональных предметных комиссий по проверке выполнения заданий с развернутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ;
- аналитические отчеты о результатах экзамена и методические письма прошлых лет;
- перечень учебных изданий, разработанных специалистами ФИПИ или рекомендуемых ФИПИ для подготовки к ЕГЭ.

Приложение 3.1

Основные характеристики экзаменационной работы ЕГЭ 2010 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.

Уровни сложности заданий: Б – базовый (примерный интервал выполнения заданий – 60%–90%), П – повышенный (40%–60%), В – высокий (менее 40%).

№	Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания	Коды элементов содержания по кодификатору элементов содержания	Коды проверяемых умений	Уровень сложности задания	Макс. балл за выполнение задания	Средний % выполнения
Часть 1							
1	A1	Кинематика	1.1.1 – 1.1.8	1, 2.1 – 2.4	Б	1	62,5
2	A2	Кинематика, законы Ньютона	1.1.5 – 1.1.7, 1.2.1, 1.2.3 – 1.2.5	1, 2.1 – 2.4	Б	1	72,9
3	A3	Силы в природе	1.2.7 – 1.2.10	1, 2.1 – 2.4	Б	1	52,0
4	A4	Силы в природе, импульс, закон сохранения импульса	1.2.7 – 1.2.9, 1.4.1, 1.4.2	1, 2.1 – 2.4, 3	Б	1	59,9
5	A5	Механическая энергия, работа, закон сохранения энергии	1.4.3 – 1.4.7	1, 2.1 – 2.4	Б	1	64,1
6	A6	Статика, механические колебания и волны	1.3.1 – 1.3.2, 1.5.1 – 1.5.6	1, 2.1 – 2.4	Б	1	69,2
7	A7	Механика	1.1 – 1.5	2.1 – 2.4, 2.6	П	1	45,3
8	A8	МКТ	2.1.1 – 2.1.9	1, 2.1 – 2.4, 3	Б	1	64,2
9	A9	МКТ	2.1.10 – 2.1.15	1, 2.1 – 2.4	Б	1	66,1
10	A10	МКТ, Термодинамика	2.1.12 – 2.1.15, 2.2.1 – 2.2.4	1, 2.1 – 2.4	Б	1	51,8
11	A11	Термодинамика	2.2.1 – 2.2.5, 2.2.7	1, 2.1 – 2.4, 3	Б	1	56,4
12	A12	Молекулярная физика, термодинамика	2.1.1 – 2.1.15, 2.2.1 – 2.2.5, 2.2.7	2.1 – 2.4, 2.6	П	1	43,2
13	A13	Электростатика	3.1.1 – 3.1.13	1, 2.1 – 2.4	Б	1	66,4
14	A14	Постоянный ток	3.2.1 – 3.2.7	1, 2.1 – 2.4, 3	Б	1	60,7
15	A15	Магнитное поле, электромагнитная индукция	3.3.1 – 3.4.7	1, 2.1 – 2.4, 3	Б	1	59,7
16	A16	Электромагнитные колебания и волны	3.5.1 – 3.5.6	1, 2.1 – 2.4	Б	1	51,9

17	A17	Оптика	3.6.1 – 3.6.6, 3.6.8 – 3.6.9	1, 2.1 – 2.4, 3	Б	1	67,9
18	A18	Элементы СТО, оптика	4.1, 3.6.8 – 3.6.9	1, 2.1 – 2.4	Б	1	59,8
19	A19	Электродинамика	3.1 – 3.6	2.1 – 2.4, 2.6	П	1	46,7
20	A20	Корпускулярно-волновой дуализм, физика атома	5.1.2, 5.1.4 – 5.1.8 5.2.1 – 5.2.3	1, 2.1 – 2.4	Б	1	65,3
21	A21	Физика атома, физика атомного ядра	5.2.1 – 5.2.3 5.3.1 – 5.3.5	1, 2.1 – 2.4	Б	1	50,9
22	A22	Физика атомного ядра	5.3.1 – 5.3.5	1, 2.1 – 2.4	Б	1	67,9
23	A23	Квантовая физика	5.1 – 5.3	2.1 – 2.4, 2.6	П	1	24,4
24	A24	Физика и методы научного познания. Механика – квантовая физика	6.1 – 6.6, 1.1 – 5.3	2.5	Б	1	68,3
25	A25	Физика и методы научного познания. Механика – квантовая физика	6.1 – 6.6, 1.1 – 5.3	2.5	П	1	32,8
Часть 2							
26	B1	Механика – квантовая физика.	1.1 – 5.3	1, 2.1 – 2.4	Б	2	44,8
27	B2	Механика – квантовая физика.	1.1 – 5.3	1, 2.1 – 2.4	Б	2	53,9
28	B3	Механика (Расчетная задача)	1.1 – 1.5	2.6	П	1	22,4
29	B4	МКТ, электродинамика (Расчетная задача)	2.1 – 2.2, 3.1 – 3.6	2.6	П	1	39,1
30	B5	Электродинамика, квантовая физика (Расчетная задача)	3.1 – 3.6, 5.1 – 5.3	2.6	П	1	35,6
Часть 3							
31	C1	Механика – квантовая физика. (Качественная задача)	1.1 – 5.3	2.6, 3	П	3	16,2
32	C2	Механика (Расчетная задача)	1.1 – 1.5	2.6	В	3	15,2
33	C3	Молекулярная физика (Расчетная задача)	2.1 – 2.2	2.6	В	3	9,9
34	C4	Электродинамика (Расчетная задача)	3.1 – 3.6	2.6, 3	В	3	10,3
35	C5	Электродинамика (Расчетная задача)	3.1 – 3.6	2.6	В	3	10,3
36	C6	Квантовая физика (Расчетная задача)	5.1 – 5.3	2.6	В	3	19,1
<p>Всего заданий – 36, из них по типу заданий: А – 25, В – 5, С – 6; по уровню сложности: Б – 22, П – 9, В – 5. Максимальный первичный балл за работу – 50. Общее время выполнения работы – 210 мин.</p>							