

ФИЗИКА

Анализ выполнения письменной экзаменационной работы по физике в 2014/2015 учебном году за курс основного общего и среднего (полного) общего образования

Единый государственный экзамен по физике является формой государственного (итогового) контроля и позволяет установить уровень освоения участниками экзамена федерального компонента государственных образовательных стандартов основного общего и среднего (полного) общего образования, а также эффективно дифференцировать абитуриентов в соответствии с их уровнем подготовки по предмету. ЕГЭ по физике проводится с целью получения объективных и достоверных сведений о готовности выпускника к продолжению образования в учреждениях среднего специального и высшего профессионального образования соответствующей специализации.

Регламентирующими документами ЕГЭ 2015 года являются:

- Кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для ЕГЭ по физике;
- Спецификация КИМ ЕГЭ по физике;
- Демонстрационный вариант КИМ для ЕГЭ по физике.

1. Документы, определяющие содержание КИМ ЕГЭ

Содержание экзаменационной работы определяется на основе следующих документов.

1. Федеральный компонент государственного стандарта основного общего образования по физике (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).
2. Федеральный компонент государственного стандарта среднего (полного) общего образования по физике, базовый и профильный уровни (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).

2. Структура и содержание КИМ ЕГЭ.

Концепция конструирования контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике обеспечивает единство требований к знаниям и умениям выпускников общеобразовательных учреждений и позволяет эффективно дифференцировать абитуриентов в соответствии с их уровнем подготовки по физике. Контрольные измерительные материалы ЕГЭ по физике призваны всесторонне оценить как усвоение выпускниками основных содержательных линий всех разделов школьного курса физики, так и сформированность различных умений. Общее время выполнения работы (235 минут) не изменилось.

В 2015 г. изменена структура КИМ ЕГЭ по физике при сохранении контролируемого содержания и общих подходов к оценке наиболее значимых для предмета видов деятельности. В связи с введением новой формы бланка ответов № 1, в котором нет необходимости группировать задания в зависимости от формы записи ответа, в работе выделяется только две части. Часть 1 включает задания разных форм, ответы на которые записываются в бланк ответов № 1, а в конце части 2 предлагаются задания с развернутым ответом, решения для которых записываются на традиционном бланке ответов № 2. По сравнению с предыдущим годом в КИМ ЕГЭ 2015 г. по физике сокращено общее число заданий (с 35 до 32), более чем в 2,5 раза уменьшено число заданий с выбором ответа и более чем в 4 раза увеличено число заданий с кратким ответом. Каждый вариант экзаменационной работы состоит из двух частей и включает в себя 32 задания, различающихся формой и уровнем сложности (базовый, повышенный и высокий). Задания базового уровня проверяют усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов. Задания повышенного уровня направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умения решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики. Задания высокого уровня сложности проверяют умение использовать законы и теории физики в измененной или новой ситуации. Часть 1 работы включает два блока заданий: первый проверяет освоение понятийного аппарата школьного курса физики, а второй – овладение методологическими умениями. Первый блок включает 22 задания, которые группируются исходя из тематической принадлежности. Группа заданий по каждому разделу начинается с двух заданий, в которых необходимо выбрать и записать один верный ответ из четырех предложенных, затем идут задания с самостоятельной формулировкой ответа в виде числа, а в конце – задания на изменение физических величин в различных процессах и на установление соответствия между физическими величинами и графиками или формулами, в которых ответ записывается в виде двух цифр. В новой структуре форма заданий жестко «привязана» к его положению в варианте. Это позволяет более четко установить границы проверяемых элементов содержания для заданий базового уровня сложности.

Каждый вариант экзаменационной работы состоит из 2 частей и включает в себя 32 задания, различающихся формой и уровнем сложности (таблица 1).

Часть 1 содержит 24 задания, из которых 9 заданий с выбором и записью номера правильного ответа и 15 заданий с кратким ответом, в том числе задания с самостоятельной записью ответа в виде числа, а также задания на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр.

Часть 2 содержит 8 заданий, объединенных общим видом деятельности – решение задач. Из них 3 задания с кратким ответом (25–27) и 5 заданий (28–32), для которых необходимо привести развернутый ответ.

По уровню сложности задания были распределены следующим образом:

- *базовый уровень сложности.* Задания включены в первую часть работы (20 заданий с выбором ответа) и во вторую часть (2 задания с кратким ответом) и проверяют усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов;
- *повышенный уровень сложности* - распределены между всеми тремя частями работы: 5 заданий с выбором ответа, 2 задания с кратким ответом и 1 задание с развернутым ответом, - направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умение решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики;
- *высокий уровень сложности* – к ним относятся пять заданий части 3, направленных на проверку умения использовать законы и теории физики в измененной или новой ситуации. Выполнение таких заданий требует применения знаний сразу из двух-трех разделов физики, т.е. высокого уровня подготовки. Включение в третью часть работы сложных заданий разной трудности позволяет дифференцировать экзаменуемых при отборе в вузы с различными требованиями к уровню подготовки.

Распределение заданий экзаменационной работы по частям работы

Таблица 1.

| Части работы | Число заданий | Максимальный первичный балл | Процент максимального первичного балла за задания данной части от максимального первичного балла за всю работу, равного 50 | Тип заданий |
|--------------|---------------|-----------------------------|--|---|
| Часть 1 | 24 | 32 | 64 | С кратким ответом |
| Часть 2 | 8 | 18 | 36 | С кратким ответом и с развернутым ответом |
| | 32 | 50 | 100 | |

Всего для формирования КИМ ЕГЭ 2015 г. используется несколько планов. В части 1 для обеспечения более доступного восприятия информации задания 1–22 группируются исходя из тематической принадлежности заданий: механика, молекулярная физика, электродинамика, квантовая физика. В части 2 задания группируются в зависимости от формы представления заданий и в соответствии с тематической принадлежностью.

3. Распределение заданий КИМ по содержанию, видам умений и способам действий

При разработке содержания КИМ учитывается необходимость проверки усвоения элементов знаний, представленных в разделе 1 кодификатора. В экзаменационной работе контролируются элементы содержания из следующих разделов (тем) курса физики.

1. **Механика** (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны).
2. **Молекулярная физика** (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика).
3. **Электродинамика и основы СТО** (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, основы СТО).
4. **Квантовая физика** (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра).

Общее количество заданий в экзаменационной работе по каждому из разделов приблизительно пропорционально его содержательному наполнению и учебному времени,

отводимому на изучение данного раздела в школьном курсе физики. В таблице 2 дано распределение заданий по разделам. Задания части 2 (задания 28–32) проверяют, как правило, комплексное использование знаний и умений из различных разделов курса физики.

Распределение заданий по основным содержательным разделам (темам) курса физики в зависимости от формы заданий

Таблица 2.

| Разделы курса физики, включенные в экзаменационную работу | Количество заданий | | |
|---|--------------------|---------|---------|
| | Вся работа | Часть 1 | Часть 2 |
| Механика | 9-10 | 7-8 | 2 |
| Молекулярная физика | 7-8 | 5-6 | 2 |
| Электродинамика | 9-10 | 6-7 | 3 |
| Квантовая физика | 5-6 | 4-5 | 1 |
| Итого | 32 | 24 | 8 |

Для достижения целей дифференциации выпускников по степени подготовки в экзаменационную работу были включены задания трех уровней сложности: базового, повышенного и высокого уровня сложности.

Задания базового уровня включены в часть 1 работы (19 заданий, из которых 9 заданий с выбором и записью номера правильного ответа и 10 заданий с кратким ответом). Это простые задания, проверяющие усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов. Задания повышенного уровня распределены между первой и второй частями экзаменационной работы: 5 заданий с кратким ответом в части 1, 3 задания с кратким ответом и 1 задание с развернутым ответом в части 2. Эти задания направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умения решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики. 4 задания части 2 являются заданиями высокого уровня сложности и проверяют умение использовать законы и теории физики в измененной или новой ситуации. Выполнение таких заданий требует применения знаний сразу из двух-трех разделов физики, т. е. высокого уровня подготовки. Включение в часть 2 работы сложных заданий разной трудности позволяет дифференцировать учащихся при отборе в вузы с различными требованиями к уровню подготовки.

Распределение заданий по уровню сложности

Таблица 3.

| Уровень сложности заданий | Число заданий | Максимальный первичный балл | Процент максимального первичного балла за задания данного уровня сложности от максимального первичного балла за всю работу, равного 50 |
|---------------------------|---------------|-----------------------------|--|
| Базовый | 19 | 22 | 44 |
| Повышенный | 9 | 16 | 32 |
| Высокий | 4 | 12 | 24 |
| итого | 32 | 50 | 100 |

Экзаменационные варианты конструируются таким образом, чтобы обеспечить проверку различных видов деятельности: владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики, владение основами знаний о методах научного познания, решение задач различного типа и уровня сложности. Наиболее важным видом деятельности с точки зрения успешного продолжения образования в вузе является решение задач. Каждый вариант включает в себя задачи по всем разделам разного уровня сложности, позволяющие проверить умение применять физические законы и формулы как в типовых учебных ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов действий или создании собственного плана выполнения задания.

На основе первичных баллов, выставленных за выполнение всех заданий экзаменационной работы, осуществляется перевод в «тестовые» баллы по 100-балльной шкале. Минимальное количество баллов ЕГЭ, подтверждающее освоение выпускником основных общеобразовательных программ среднего (полного) общего образования в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта основного общего и среднего (полного) общего образования, в 2014 г. было установлено на уровне 11 первичных баллов, что соответствовало **36** тестовым баллам. Для достижения минимальной границы

необходимо правильно выполнить соответствующее число заданий базового уровня сложности (из первой и второй частей работы).

4. Анализ результатов выполнения 1 части .

Большая часть заданий в КИМ по физике являются заданиями с выбором ответа и с кратким ответом. Задания с выбором ответа достаточно информативны, но направлены на проверку лишь одного-двух элементов знаний или умений и, следовательно, могут проверить усвоение учащимися далеко не всех видов деятельности. Такие задания позволяют отследить типичные ошибки, допускаемые учащимися при ответах на подобные вопросы и заложенные в дистракторы. Это делает задания с выбором ответа привлекательными для использования в целях диагностики состояния преподавания и корректировки методик.

Результаты выполнения заданий

Таблица 4

| Обозначение задания в работе | Уровень сложности | Содержание задания | Процент правильных ответов |
|------------------------------|-------------------|---|----------------------------|
| Часть 1 | | | |
| 1 | Б | Скорость, ускорение, равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, <i>(графики)</i> | 81,90 |
| 2 | Б | Принцип суперпозиции сил, законы Ньютона | 55,09 |
| 3 | Б | Закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения | 69,66 |
| 4 | Б | Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальные энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии | 72,67 |
| 5 | Б | Условие равновесия твердого тела, сила Архимеда, давление, математический и пружинный маятники, механические волны, звук | 42,76 |
| 6 | Б,П | Механика <i>(изменение физических величин в процессах)</i> | 51,38 |
| 7 | П,Б | Механика <i>(установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и формулами, единицами измерения)</i> | 42,41 |
| 8 | Б | Модели строения газов, жидкостей и твердых тел. Диффузия, броуновское движение, модель идеального газа. Изменение агрегатных состояний вещества, тепловое равновесие, теплопередача <i>(объяснение явлений)</i> | 65,43 |
| 9 | Б | Изопроцессы, работа в термодинамике, первый закон термодинамики | 64,83 |
| 10 | Б | Относительная влажность воздуха, количество теплоты, КПД тепловой машины | 50,00 |
| 11 | Б,П | МКТ, термодинамика <i>(изменение физических величин в процессах)</i> | 14,14 |
| 12 | П,Б | МКТ, термодинамика <i>(установление соответствия между графиками и физическими величинами)</i> | 46,72 |

| | | | |
|----------------|-----|---|-------|
| | | <i>величинами; между физическими величинами и формулами, единицами измерения)</i> | |
| 13 | Б | Электризация тел, проводники и диэлектрики в электрическом поле, явление электромагнитной индукции, интерференция света, дифракция и дисперсия света (<i>объяснение явлений</i>) | 28,53 |
| 14 | Б | Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца (<i>определение направления</i>) | 48,28 |
| 15 | Б | Закон Кулона, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля – Ленца | 23,02 |
| 16 | Б | Закон электромагнитной индукции Фарадея, колебательный контур, законы отражения и преломления света, ход лучей в линзе | 42,50 |
| 17 | Б,П | Электродинамика (<i>изменение физических величин в процессах</i>) | 27,84 |
| 18 | П,Б | Электродинамика (<i>установление соответствия между графиками и физическими величинами; между физическими величинами и единицами измерения, формулами</i>) | 58,88 |
| 19 | Б | Инвариантность скорости света в вакууме. Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра. Изотопы | 77,84 |
| 20 | Б | Радиоактивность. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер | 90,17 |
| 21 | Б | Фотоны, закон радиоактивного распада | 57,67 |
| 22 | П | Квантовая физика (<i>изменение физических величин в процессах, установление соответствия между физическими величинами и единицами измерения, формулами, графиками</i>) | 26,81 |
| 23 | Б | Механика – квантовая физика (<i>методы научного познания: измерения с учетом абсолютной погрешности, выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе, построение графика по заданным точкам с учетом абсолютных погрешностей измерений</i>) | 79,14 |
| 24 | П | Механика – квантовая физика (<i>методы научного познания: интерпретация результатов опытов</i>) | 45,00 |
| Часть 2 | | | |
| 25 | П | Механика, молекулярная физика (<i>расчетная задача</i>). | 20,17 |

| | | | |
|----|---|---|-------|
| 26 | П | Молекулярная физика, электродинамика (расчетная задача) | 80,69 |
| 27 | П | Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача) | 18,53 |
| 28 | П | Механика – квантовая физика (качественная задача) | 4,05 |
| 29 | В | Механика (расчетная задача) | 0,95 |
| 30 | В | Молекулярная физика (расчетная задача) | 8,97 |
| 31 | В | Электродинамика (расчетная задача) | 11,64 |
| 32 | В | Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача) | 13,28 |

Процент выполнения первой части более наглядно показан на рисунке 1

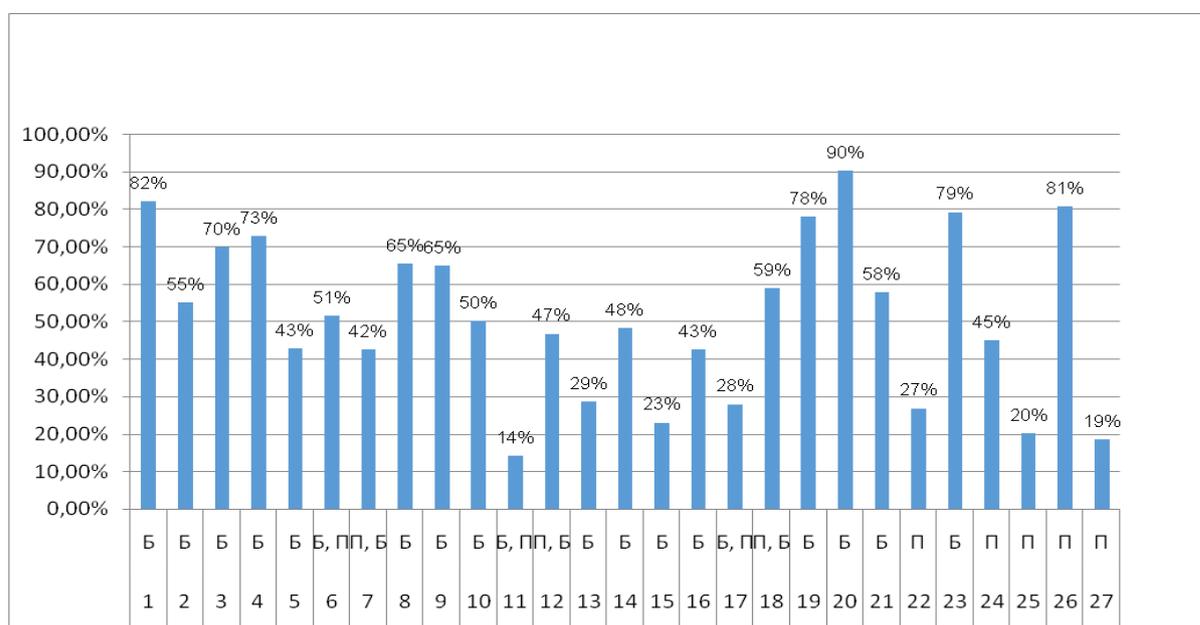


Рисунок 1. Процент выполнения заданий 1 части

Как видно из диаграммы (рис. 1) наибольшие затруднения у экзаменуемых вызвало задание №11 (раздел «МКТ, термодинамика») в котором необходимо было проанализировать изменение физических величин в процессах.

Пример 1:

Объём сосуда с идеальным газом увеличили вдвое, выпустив половину газа и поддерживая температуру в сосуде постоянной. Как изменились при этом давление газа в сосуде, его плотность и внутренняя энергия? 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.

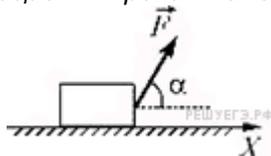
При выполнении этого задания 51% участников экзамена правильно указали характер изменения давления и плотности газа. Трудности оказались связаны с характером изменения внутренней энергии. Лишь 17% выпускников указали на уменьшение внутренней энергии в связи с уменьшением количества вещества. Остальные же, опираясь на постоянство температуры, указали и на неизменность внутренней энергии.

Вызвала затруднения и расчетная задача повышенной сложности №25, проверяющая знания по «Механике».

Пример 2:

Брусек массой $m = 2$ кг движется поступательно по горизонтальной плоскости под действием постоянной силы, направленной под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту (см. рисунок). Модуль

этой силы $F = 12$ Н. Модуль силы трения, действующей на брусок, $F_{тр} = 2,8$ Н. Чему равен коэффициент трения между бруском и плоскостью?



Задание №27 по «Оптике» решили только 19% выпускников.

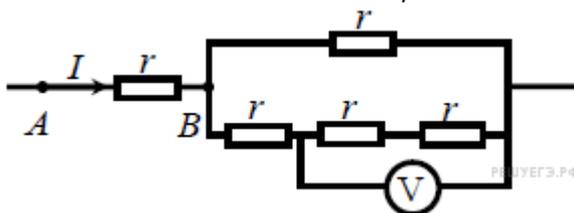
Пример 3:

Дифракционная решётка с периодом 10^{-5} м расположена параллельно экрану на расстоянии 0,75 м от него. На решётку по нормали к ней падает плоская монохроматическая волна с длиной волны 0,4 мкм. Максимум какого порядка будет наблюдаться на экране на расстоянии 3 см от центра дифракционной картины? Считать $\sin \alpha \approx \tan \alpha$.

Задания на расчет последовательного и параллельного соединения проводников традиционно вызывают затруднения. С заданием №15 базового уровня справилось 23%.

Пример 4:

Пять одинаковых резисторов с сопротивлением $r = 4$ Ом соединены в электрическую цепь, схема которой представлена на рисунке. По участку АВ идёт ток $I = 4$ А. Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



По результатам выполнения этой части можно сказать, что большинство заданий базового уровня, и заданий повышенного уровня не были выполнены выпускниками региона в соответствии с планируемым результатом. Задания базового уровня предполагают процент выполнения 60 – 90%, задания повышенной сложности – 40 – 60%. В интервал планируемого диапазона показателей трудности (предполагаемый процент верных ответов) попадает только одно задание из пяти и явно «выпадает» задача 27 повышенной трудности (раздел «Электродинамика»).

Низкий процент (менее 50%) выполнения заданий части (№7, №12) говорит о том, что данный вид умственной деятельности (задания на установление соответствия, на изучение характера взаимодействия физических величин) еще недостаточно активно внедряется педагогами в практику. Поэтому единственной рекомендацией может быть только внедрение подобных заданий на уроках

Задания этой части проверяют не только знание и понимание смысла физических понятий, но и умение описывать и объяснять физические явления и свойства тел, результаты эксперимента. Низкий процент выполнения можно объяснить относительной новизной построения этой части экзаменационной работы. Очевидна необходимость широкого использования заданий такой структуры в учебном процессе на всех этапах обучения и во время подготовки к экзамену. Задания с кратким ответом не дают экзаменуемому возможности угадать правильный ответ. Но эти задания не позволяют определить причину ошибки при неверном ответе

6. Анализ результатов выполнения заданий 2 части .

Часть 2 работы посвящена решению задач. Это традиционно наиболее значимый результат освоения курса физики средней школы наиболее востребованная деятельность при дальнейшем изучении предмета в вузе. В этой части в следующем году будет 8 различных задач. Общее число задач сокращено за счет одной задачи повышенного уровня и одной задачи высокого уровня сложности. Таким образом, в каждом варианте будет 3 расчетные задачи с самостоятельной записью числового ответа повышенного уровня сложности и 5 задач с развернутым ответом, из которых одна качественная и четыре расчетные.

Проверка знаний и умений учащихся по физике при решении задач является традиционной как для школьной методики преподавания предмета, так и для вступительных испытаний в вузы. Использование задач, к которым необходимо привести полное решение, позволяет получить больше информации об индивидуальном уровне подготовки каждого учащегося. При проверке ответа можно оценить умение применять законы физики в измененной или новой ситуации,

умение выбирать оптимальный способ решения, корректность представления своего решения и т. п. Анализ ошибочных решений задач позволяет определить место ошибки, выявить неусвоенные или плохо усвоенные элементы знаний или умений; оценить значимость ошибки – ошибка в арифметических вычислениях или незнание фундаментальных физических законов. Именно поэтому данная форма заданий и выбрана в качестве заданий с открытым ответом в ЕГЭ по физике.

Процент выполнения приведен на рисунке 2.

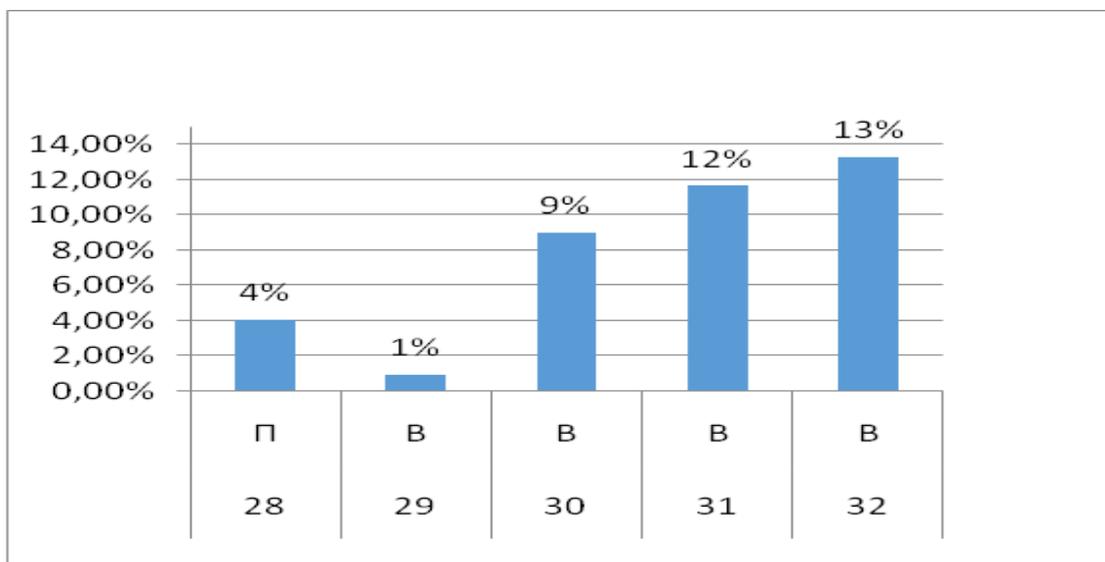
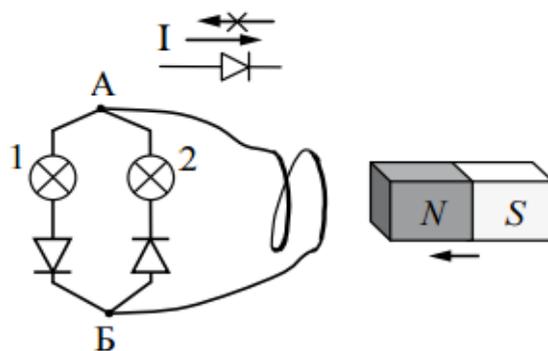


Рисунок 2. Процент решения задач

Качественные задачи, традиционно, выполняются плохо. Полное верное объяснение с указанием на используемые при объяснении физические явления и законы удастся привести небольшой части участников экзамена. При этом между 2 и 3 баллами проценты в задачах распределяются примерно одинаково.

Пример 5:

Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединённых, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если к витку приблизить северный полюс магнита? Ответ объясните, указав, какие явления и закономерности Вы использовали при объяснении.



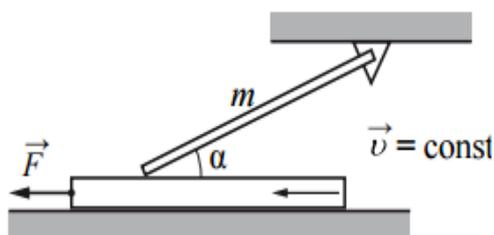
В подобной задаче, как правило, выпускники в объяснении не указывали правило Ленца и правило буравчика, а так же затруднялись определить правильное направление индукционного тока.

Для расчетных задач высокого уровня сложности необходим анализ всех этапов решения, поэтому они предлагаются в виде заданий 29–32 с развернутым ответом. Здесь используются измененные ситуации, в которых необходимо оперировать большим, чем в типовых задачах, числом законов и формул, вводить дополнительные обоснования в решении и т.п. или совершенно новые ситуации, которые не встречались ранее в учебной литературе и предполагают серьезную деятельность по анализу физических процессов и самостоятельному выбору

физической модели для решения задачи. Расчетные задачи в одном варианте подбираются разной трудности: от 10 до 30–40% выполнения. Как правило, самое трудное задание рассчитано лишь на выпускников высокого уровня подготовки, а с менее сложными справляется и менее подготовленная группа тестируемых. Как мы видим из рисунка 2, самой сложной оказалась задача №29, где экзаменуемые в подавляющем своём числе, не указывали уравнения, описывающие равновесие тела, имеющего ось вращения, что приводило к неверному ответу. Решение данных номеров заданий, как и других в части задач с развёрнутым ответом, сопровождалось также отсутствием строгих доказательств и логических вербальных построений направленных на получение правильного ответа, что говорит об отсутствии способности анализа физической ситуации – наиболее сложного элемента при решении задач.

Пример 6:

Однородный тонкий стержень массой $m=1$ кг одним концом шарнирно прикреплен к потолку, а другим концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя с ней угол $\alpha=30^\circ$. Под действием горизонтальной силы F доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите F , если коэффициент трения стержня по доске $\mu=0,2$. Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебречь.



Достаточно низкий процент выполнения расчетных задач высокого уровня сложности можно объяснить тем, что в этом году ввели существенные изменения в кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике. Объем контролируемых элементов содержания оставлен без изменений в соответствии с требованиями Федерального компонента стандарта образования. Эти изменения связаны с внесением в кодификатор всего перечня формул, выносимых на единый государственный экзамен. Ниже приведен фрагмент кодификатора, который демонстрирует суть внесенных изменений.

Пример (фрагмент кодификатора)

2.1.10 Модель идеального газа в термодинамике:

- Уравнение Менделеева – Клапейрона
- Выражение для внутренней энергии

Уравнение Менделеева – Клапейрона (применимые формы записи):

$$pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}.$$

Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи):

$$U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \frac{3}{2} pV = \nu c_v T = C_{vN} T$$

2.1.11 Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов: $p = p_1 + p_2 + \dots$

2.1.12 Изопроцессы в разреженном газе с постоянным числом частиц N (с постоянным количеством вещества ν): изотерма ($T = \text{const}$): $pV = \text{const}$,

изохора ($V = \text{const}$): $\frac{p}{T} = \text{const}$, изобара ($p = \text{const}$): $\frac{V}{T} = \text{const}$.

Графическое представление изопроцессов на pV -, pT - и VT - диаграммах

Введение формул в кодификатор связано в первую очередь с особенностями оценивания расчетных задач с развёрнутым ответом. Полное правильное решение таких задач предполагает

запись всех физических законов и формул, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом. При оценивании принимаются во внимание только те законы и формулы, которые указаны в кодификаторе. Как видно из приведенного выше фрагмента кодификатора, в нем учтены различные формы записи закономерностей. Однако другие сочетания из формул или формулы, уже полученные путем преобразования нескольких формул, из кодификатора не будут приниматься в качестве верных исходных уравнений для решения задач 29–32. Кроме того, в критериях оценивания расчетных задач указано, что должны быть «описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов)». При этом если участник экзамена записал «Дано» в традиционных обозначениях физических величин, которые указаны в кодификаторе, то других дополнительных пояснений не требуется. Словесные пояснения необходимы только в тех случаях, когда по ходу решения появляется новая физическая величина (например, промежуточное значение скорости или параметры газа, не указанные в условии). Однако здесь также надо учитывать, что используемые обозначения должны соответствовать стандартным обозначениям кодификатора. В критерии оценивания расчетных задач внесены изменения оценивания на 2 балла, которые выглядят следующим образом: «Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков. Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объеме или отсутствуют.

И (ИЛИ)

В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.). И

(ИЛИ)

В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.

И (ИЛИ)

Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка (в том числе в записи единиц измерения величины)».

Таким образом, решение задачи, оцениваемое 2 баллами, означает понимание физической сути описываемых в задаче процессов, верную запись ВСЕХ уравнений и осмысленные математические действия, направленные на решение задачи. Однако такое решение может содержать как один, так и все из перечисленных выше недостатков, т.е. снизить оценку за верное решение эксперт может, если экзаменуемый не описал одну из вводимых вновь физических величин. Однако теми же 2 баллами будет оценено решение, в котором допущена ошибка в преобразованиях и, соответственно, получен неверный ответ, а также есть недочеты в описании новых величин. Ясно, что в обоих случаях выпускник успешно справляется с физической частью задачи, а решение на 2 балла подразумевает достаточно широкий диапазон математических погрешностей и погрешностей в оформлении решения.

Большинство выпускников, приступивших к заданию №30, не писало в решении закон Дальтона (или просто его не учитывало), что и привело к такому низкому проценту выполнения этой задачи.

Пример 7:

Сосуд объемом 10 л содержит смесь водорода и гелия общей массой 2 г при температуре 27 °С. Каково давление смеси в сосуде, если отношение массы водорода к массе гелия в смеси 1,5?

Выполнение заданий 2 части

Таблица 5

| Обозначение задания в работе | Уровень сложности | Содержание задания | Процент ответов, оцененных данным количеством баллов | |
|------------------------------|-------------------|---|--|--|
| | | | Оценка заданий в баллах | Процент ответов, оцененных данным количеством баллов |
| 28 | П | Механика – квантовая физика (качественная задача) | 0 | 76,72 |
| | | | 1 | 14,14 |
| | | | 2 | 5,09 |

| | | | | |
|----|---|--|---|-------|
| | | | 3 | 4,05 |
| 29 | В | Механика (расчетная задача) | 0 | 83,36 |
| | | | 1 | 14,40 |
| | | | 2 | 1,29 |
| | | | 3 | 0,95 |
| 30 | В | Молекулярная физика (расчетная задача) | 0 | 70,43 |
| | | | 1 | 13,79 |
| | | | 2 | 6,81 |
| | | | 3 | 8,97 |
| 31 | В | Электродинамика (расчетная задача) | 0 | 69,48 |
| | | | 1 | 12,84 |
| | | | 2 | 6,03 |
| | | | 3 | 11,64 |
| 32 | В | Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача) | 0 | 68,45 |
| | | | 1 | 8,71 |
| | | | 2 | 9,56 |
| | | | 3 | 13,28 |

Из таблицы 5 и рисунка 2 видно, что в этом учебном году выпускники очень плохо справились с качественными задачами, которые традиционно вызывают наибольшие затруднения. Заметим, что качественные задачи всегда являлись неотъемлемой частью школьного физического образования. Результаты экзамена показали, что учащиеся не умеют выстраивать логически связный ответ, выделять ключевые слова, корректно использовать физические термины. Процент правильных ответов значительно уменьшился при решении расчетных задач №30 по теме «Молекулярная физика», №31 по теме «Электродинамика». Улучшилась ситуация с задачей №32 по теме «Квантовая физика». Следует отметить, что в 2015 году выпускники справились с заданиями высокого уровня сложности очень слабо (планируемый процент выполнения этих заданий – от 10 до 40%). Очень велик процент учащихся, набравших 0 баллов при решении задач с развернутым ответом – от 68,45% до 83,36%.

В этом году 49,14% участников ЕГЭ по физике не выполнили ни одного задания с развернутым ответом, получив за выполнение третьей части работы 0 баллов. Этот результат несколько хуже, чем в 2014 году (46,44%), т. е. по-прежнему, почти половина выпускников, выбравших экзамен по физике и претендующих на поступление в вузы на соответствующие специальности, показали отсутствие основополагающего для дальнейшего обучения в вузе - умения решать задачи по физике. Лишь группы тестируемых с хорошим и отличным уровнями подготовки (5,52% от общего числа сдававших экзамен) продемонстрировали умение выполнять задания повышенного уровня сложности и решать задачи с развернутым ответом, т.е. продемонстрировали такой уровень подготовки, который позволит в дальнейшем осваивать вузовские программы курса общей физики.

5. Результаты ОГЭ по физике в Калининградской области в 2015 году.

По степени массовости физика является четвертым предметом после обязательных экзаменов по математике и русскому языку и обществознания (предмет по выбору) как в Российской Федерации, так и в Калининградской области. Это напрямую связано с перечнем вступительных испытаний в учреждения высшего профессионального образования. Оценка результата выполнения экзаменационных работ проводится по нескольким показателям. Наиболее значимыми являются первичный балл (сумма баллов, набранных за выполнение каждого задания экзаменационной работы) и тестовый балл, полученный при переводе первичного балла в 100-балльную шкалу, установленную Рособрнадзором.

В 2015 году в ОГЭ по физике приняли участие **1160** выпускников (из них 112-выпускники прошлых лет). Это на 29 человек меньше, чем в 2014 году. Средний первичный балл составил **22,13**, средний общий балл – **51,46**. В таблице 6 приведены средние показатели результатов ЕГЭ за 2012, 2013, 2014, 2015 года.

Средние показатели результатов ЕГЭ по физике в 2012, 2013, 2014, 2015 годах

Таблица 6

| Учебный год | Кол-во учащихся (всего) | Средний первичный балл (максимум) | Средний общий балл (максимум) | Количество детей, выполнивших все задания (%) (максимальный балл) |
|-------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|---|
| 2012 | 1000 | 18,50 (51) | 45,76 (100) | 0 (100) |
| 2013 | 1259 | 25,21 (51) | 54,11 (100) | 0 (100) |
| 2014 | 1189 | 18,55 (51) | 44,91 (100) | 0,25 (100) |
| 2015 | 1160 | 22,13 (50) | 51,46 (100) | 0,17 (100) |

За последние три года наблюдается устойчивая тенденция к снижению количества выпускников, выбравших экзамен по физике.

Мы видим некоторое повышение среднего балла по сравнению с предыдущим годом, что указывает на объективность результатов экзамена. Уменьшилось количество выпускников, набравших максимальное количество баллов. **Два** 100-балльника являются выпускниками МАОУ гимназии № 32 и МАОУ СОШ №23 г. Калининграда. На рисунке 3 представлены данные о количестве выпускников, принявших участие в экзамене по физике в 2015 году по муниципальным образованиям.

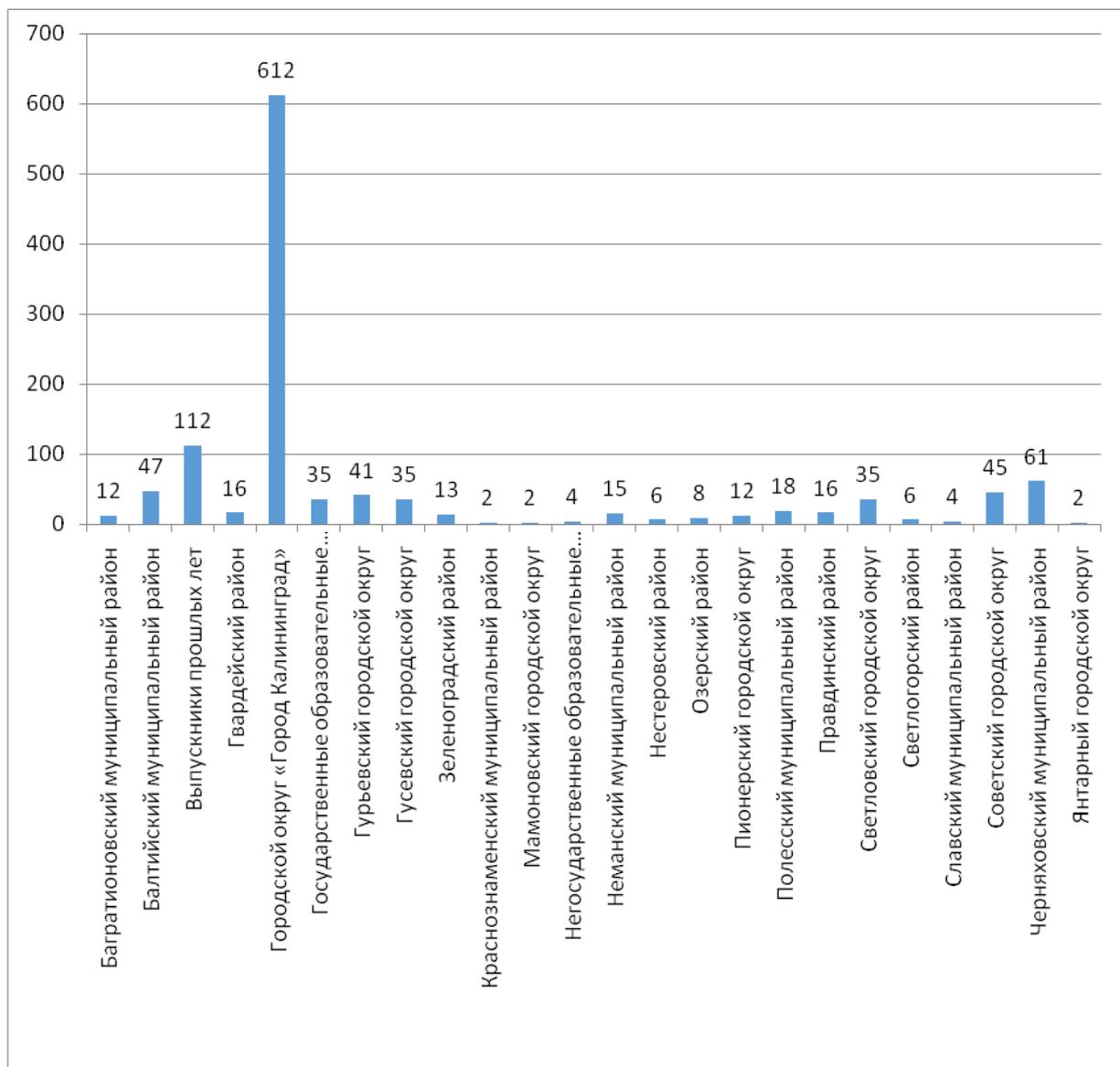


Рисунок 3. Количество выпускников, принявших участие в экзамене по физике.

Мы видим, что опять не принял участие в ЕГЭ по физике в этом году Ладушкинский городской округ, а от Мамоновского городского округа, Краснознаменского муниципального района и Янтарного городского округа сдавали экзамен по физике только по два выпускника. В этих муниципалитетах учителями предметниками, очевидно, не прилагается усилий по повышению мотивации учащихся к изучению физики. Учащиеся, по всей видимости, не чувствуют уверенности в своих знаниях и умениях по физике и потому не выбирают ЕГЭ по этому предмету, предпочитая ему другие экзамены по выбору. Это может означать, что учителя физики данных муниципальных образований не владеют современными методиками преподавания предмета и, как следствие, заинтересованность учащихся в данной предметной области отсутствует. Все это на фоне нехватки инженеров и специалистов с техническим образованием выглядит довольно печально.

Средний балл, полученный участниками экзамена по физике муниципальных образований Калининградской области, показывает рисунок 4.

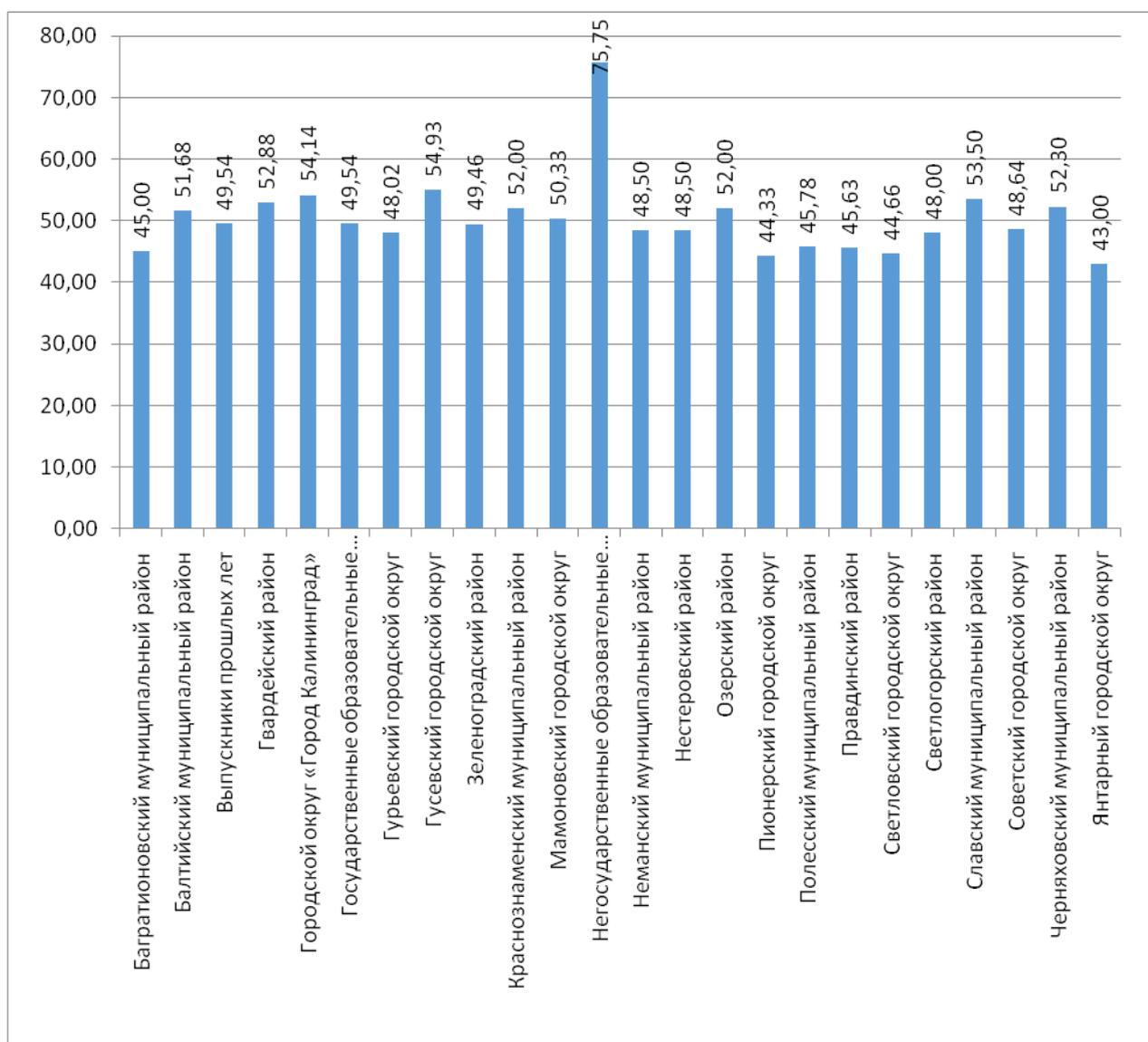


Рисунок 4. Средний балл, полученный участниками экзамена по физике

Как мы видим, показатели достаточно ровные, хотя количество сдающих значительно отличается.

Из выпускников общеобразовательных организаций текущего года не подтвердили освоение программы 59 человек (5,09% от количества сдававших экзамен), что в четыре раза меньше, по сравнению с 2014 годом. Это может говорить об осознанном выборе выпускников и значительно выросшем уровне базового образования по физике.

. Распределение учащихся по группам с различным уровнем подготовки по физике.

Таблица 7

| Уровень | Тестовый балл | Количество участников в 2014 | % от общего числа участников в 2014 году | Количество участников в 2015 | % от общего числа участников в 2015 году |
|--------------------|---------------|------------------------------|--|------------------------------|--|
| Низкий | 0 - 36 | 232 | 19,51 | 59 | 5,09 |
| Удовлетворительный | 37 - 52 | 603 | 50,72 | 611 | 52,67 |
| Хороший | 53 - 67 | 201 | 16,90 | 309 | 26,64 |
| Отличный | 67 - 100 | 153 | 12,87 | 181 | 15,60 |

Методические рекомендации по подготовке к государственной (итоговой) аттестации выпускников общеобразовательных учреждений

Изменение структуры экзаменационной работы в 2015 г. не изменяет средней сложности вариантов по физике и не влияет на способность КИМ ЕГЭ дифференцировать участников экзамена по уровням подготовки, что позволяет сохранить как преемственность в оценке учебных

достижений по физике, так и сопоставимость результатов с результатами ЕГЭ предыдущих лет. В связи с этим для обобщения и повторения содержания курса физики можно использовать все материалы предыдущих лет. Некоторые различия в формах заданий не повлияют в этом случае на качество усвоения тех или иных элементов содержания или 23 видов деятельности. Поэтому общие методические подходы к организации подготовки к экзамену остаются прежними. Однако обновленная структура КИМ ЕГЭ по физике потребует некоторой тренировки в плане освоения технологии выполнения заданий с самостоятельной записью числового ответа в новом бланке ответов № 1. Для этого целесообразно запланировать выполнение тренировочных работ в формате КИМ.

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 содержатся в каждом экзаменационном варианте.

В заданиях с выбором ответа фотографии используются, 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 оборудование, 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 погрешностей 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. 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 (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.