

КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ

**Государственное бюджетное учреждение
дополнительного профессионального образования
«Санкт-Петербургский центр оценки качества образования
и информационных технологий»**

**РЕЗУЛЬТАТЫ
ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА
ПО ФИЗИКЕ В 2017 ГОДУ
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

*АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ*

**Санкт-Петербург
2017**

УДК 004.9
Р 34

Результаты единого государственного экзамена по физике в 2017 году в Санкт-Петербурге: Аналитический отчет предметной комиссии. – СПб: ГБУ ДПО «СПбЦОКОиИТ», 2017. – 54 с.

Отчет подготовили:

И. Ю. Лебедева, председатель региональной предметной комиссии по физике, проректор по учебной работе и доцент кафедры естественнонаучного образования Санкт-Петербургской академии постдипломного педагогического образования;

С. С. Бокатова, заместитель председателя региональной предметной комиссии по физике, преподаватель кафедры естественнонаучного образования Санкт-Петербургской академии постдипломного педагогического образования;

С. А. Старовойтов, заместитель председателя региональной предметной комиссии по физике, доцент кафедры экспериментальной физики Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого.

Материалы сборника публикуются в авторской редакции.

1. ПОДГОТОВКА ЧЛЕНОВ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ К ПРОВЕДЕНИЮ ЕГЭ В 2017 ГОДУ

Процесс подготовки членов предметной комиссии по физике в 2016–2017 учебном году был построен с учетом изменений, которые произошли в течение последних лет в федеральной и региональной нормативной базе Единого государственного экзамена.

К 2015 году все члены предметной комиссии прошли переобучение по дополнительной профессиональной программе «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта Единого государственного экзамена по физике» объемом 80 аудиторных часов, получив право вести экспертную деятельность в последующие три года. С 2016 года эксперты, которые ежегодно повышают свою квалификацию и успешно сдают ежегодный квалификационный экзамен, освобождаются от процедуры переобучения. В связи с этим программа ежегодных весенних консультаций с тем же названием была существенно переработана и увеличилась в объеме с 24 до 45 часов.

Параллельно обе образовательные программы были приведены в соответствие с установленными новым «Законом об образовании» требованиями к дополнительным профессиональным программам повышения квалификации. В них учтены все последние изменения в нормативных документах федерального и регионального уровня, регламентирующих работу предметных комиссий по проверке экзаменационных работ Государственной итоговой аттестации. На сегодняшний день все программы «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта Единого государственного экзамена по физике» разных объемов в полной мере соответствуют компетентностному подходу в обучении и опираются на базовые принципы андрагогики. В них оптимизировано соотношение часов, отводимых на теоретические и практические занятия, широко применяются интерактивные педагогические технологии, технологии дистанционного обучения. Применение последних позволило существенно индивидуализировать процесс обучения, учесть личностные особенности и персональные достижения экспертов, обеспечить комфортный для них темп работы.

Разносторонний анализ индивидуальных достижений членов региональной предметной комиссии по физике является традиционным и проводится уже в течение семи лет. С 2011 года сотрудники СПб ЦОКОиИТ предоставляют руководству ПК для анализа пакет аналитических материалов, позволяющих оценивать индивидуальные достижения экспертов. При этом спектр показателей индивидуальной работы экспертов достаточно широк: доля работ, отправленных по вине этого эксперта на третью проверку, суммарное расхождение в баллах по работам и т. д.

Шестой год ведется статистика по допущенным экспертами техническим ошибкам.

Эти материалы активно используются для анализа результатов работы каждого эксперта, индивидуального разбора ошибок в ходе процедур повыше-

ния квалификации членов предметной комиссии, а с 2015 года и для решения вопроса о статусе эксперта.

В 2017 году была продолжена работа по оптимизации численности предметной комиссии и улучшению ее качественного состава.

Состав комиссии по физике достаточно многочислен. Это обусловлено рядом причин, из которых основными являются следующие:

– Привлечение к работе на ЕГЭ представителей разных групп педагогического сообщества Санкт-Петербурга, что способствует формированию объективного и профессионального отношения к этой форме итоговой аттестации, как у школьных учителей, так и у преподавателей вузов.

– Непосредственное, на функциональном уровне, знакомство школьных учителей с требованиями к оцениванию экзаменационных работ в конечном итоге создает предпосылки для повышения качества подготовки учащихся к ЕГЭ.

– Многочисленность комиссии исключает техническую возможность организовать коррупционное взаимодействие между экспертами.

Несмотря на то что все члены предметной комиссии изначально являлись «статусными» учителями или преподавателями, в последние годы состав комиссии был сокращен на 25 %. Помимо естественного отсева (возраст, переезд и т. п.) часть экспертов были удалены из комиссии в связи с неумением (или нежеланием) преодолевать сложившиеся профессиональные стереотипы и проводить оценивание экзаменационных работ строго в соответствии с обобщенными критериями оценивания.

В 2017 году количество экспертов уменьшилось еще на семь человек, четверо из которых не были приглашены на ежегодное весеннее обучение вследствие неудовлетворительных результатов работы на экзамене 2016 года. Общая численность предметной комиссии по физике составила 123 человека. В ПК остались работать только эксперты с высоким уровнем мотивации, готовые к ужесточающимся из года в год «правилам игры».

Явка экспертов, допущенных к участию в проверке, стабильно высокая: 121 человек из 123 (98,4 %). Два эксперта не участвовали в проверке в связи с серьезными травмами (переломы руки и ноги).

По итогам квалификационных испытаний с учетом индивидуальных достижений при проверке экзаменационных работ прошлых лет в 2017 году всем экспертам был присвоен соответствующий статус: 8 экспертов получили статус «ведущий эксперт» (9 — в прошлом году), 51 — «старший эксперт» (32 — в прошлом году) и 64 — «основной эксперт» (89 — в прошлом году).

В 2017 году было продолжено активное сотрудничество руководителей предметной комиссии с ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений» (ФИПИ). Как и в предыдущие три года, в 2017 году председатель предметной комиссии Санкт-Петербурга И. Ю. Лебедева и ведущий эксперт В. Е. Фрадкин приняли участие в разработке ежегодных методических рекомендаций для подготовки членов региональных предметных комиссий. Они опубликованы на сайте ФИПИ (<http://www.fipi.ru/ege-i-gve-11/dlya-predmetnyh-komissiy-subektov-rf>). Эти методические материалы широко использовались при организации обучения экспертов.

Основная цель ежегодно организуемого обучения экспертов по дополнительной профессиональной программе «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта ЕГЭ по физике» — *согласование подходов к оцениванию заданий*.

В рамках этой программы две трети учебного времени отводится на практикумы по оцениванию заданий с развернутым ответом на основе предлагаемых обобщенных критериев. Каждый практикум заканчивается подробным обсуждением ситуаций оценивания, вызвавших разногласия у экспертов. По окончании курсовой подготовки слушатель допускается к работе в предметной комиссии только после успешной сдачи квалификационного экзамена.

В ходе обучения каждый эксперт имеет возможность ознакомиться со сравнительным анализом результатов своей деятельности в течение ряда лет и получить индивидуальную консультацию на предмет возможной коррекции подходов к оцениванию. Экспертам, имевшим наихудшие результаты проверки в прошедшем году, предлагается дополнительный практикум с промежуточным зачетом. Эксперты, у которых индивидуальные показатели работы на экзамене в течение трех последних лет существенно хуже, чем в среднем по ПК, не приглашаются для обучения и в итоге исключаются из числа членов предметной комиссии. Не приглашаются на проверку экзаменационных работ и те эксперты, которые не смогли успешно справиться с квалификационным экзаменом.

С 2014 года важным звеном в ежегодной работе по согласованию подходов к оцениванию стали установочные семинары ФИПИ для руководителей региональных предметных комиссий. Именно по результатам работы этих семинаров была разработана памятка эксперту, которая в 2016 году стала входить в рабочий комплект эксперта на всей территории РФ. В ней, в частности, рассматриваются наиболее типичные ситуации оценивания, не разрешаемые однозначно на основании обобщенных критериев и традиционно вызывающие затруднения экспертов. С 2015 года в рабочий комплект эксперта стал входить кодификатор, содержащий перечень формул, которые можно принимать в качестве исходных, то есть не требующих вывода. Этот же документ ориентирует эксперта на предмет обозначений физических величин, которые можно рассматривать как стандартные, то есть не требующие дополнительного описания. В 2017 году рекомендации по общим организационным вопросам и стандартным методическим проблемам были размножены заранее, доведены до каждого эксперта и опубликованы на сайте ПК.

К сожалению, в 2017 году установочные семинары ФИПИ для руководителей региональных предметных комиссий не проводились, но непосредственно перед экзаменом был организован вебинар ФИПИ для всех членов ПК. В нем приняли участие почти все эксперты-физики (120 человек). Расцениваем это мероприятие как однозначно полезное, позволившее членам ПК освежить в памяти наиболее важные моменты, которые обсуждались в ходе весеннего обучения, а также соотнести свой подход к разрешению неоднозначных ситуаций оценивания с позицией руководителей ФПК и позициями ПК других регионов.

В предыдущие годы в ходе работы предметной комиссии на каждом этаже помещений, предназначенных для проверки экзаменационных работ, помимо ру-

ководителей предметной комиссии дежурили как минимум два эксперта-консультанта, имеющие статус «ведущий эксперт». В обязанности консультантов входило консультирование экспертов по всем вопросам, возникающим в ходе проверки, оперативное доведение выявленных в ходе консультирования системных проблем до сведения руководителей ПК. Для их работы отводятся специальные аудитории, в которых с 2016 года предусмотрено рабочее место для выхода в Интернет на случай, если возникает необходимость выхода на «горячую линию» ФИПИ или уточнения каких-либо фактических сведений. Поскольку в 2017 году ПК по физике размещалась на одном этаже, было принято решение добавить еще одного консультанта на этаж, так как количество экспертов по сравнению с прошлым годом существенно не уменьшилось. Таким образом, при проверке экзаменационных работ 2017 года на этаже в зоне проверки помимо трех руководителей ПК работали три эксперта-консультанта.

Позиции руководителей ПК и всех экспертов-консультантов оперативно согласуются накануне проверки в ходе совместного анализа проверяемых заданий и выявления возможных неоднозначно трактуемых ситуаций оценивания. С 2015 года перед каждым экзаменом эксперты-консультанты составляют дополнительную краткую инструкцию, в которой учитывается специфика оценивания конкретных заданий, используемых на данном экзамене. В 2017 году подходы к составлению этой инструкции были кардинально переработаны. Руководители ПК и эксперты-консультанты, ознакомившись с критериями и проведя «пилотную» проверку небольшого количества работ (результаты «пилотной» проверки были аннулированы), разрабатывали по каждому заданию таблицу-опору. В этой таблице для качественных задач указывались необходимые логические шаги, соответствующие полному правильному решению с указанием возможных вариантов ссылок на необходимые для объяснения явления и законы. Для расчетных задач уточнялось количество и названия необходимых для решения формул. Именно эти элементы являются отправными точками для проведения оценивания. Документ был оперативно размножен, каждый эксперт получил перед проверкой свой экземпляр. Использование таблиц-опор было признано удобным или как минимум — небесполезным всеми экспертами ПК.

На основе разработанных накануне рекомендаций непосредственно перед началом проверки руководители ПК и эксперты-консультанты провели подробный устный инструктаж (15–20 минут). После проверки первой партии работ проводилось еще одно совещание руководителей ПК и экспертов-консультантов по выявлению проблем оценивания, которые не были ранее спрогнозированы, но проявились в ходе консультирования. После этого был проведен еще один дополнительный устный инструктаж для всех экспертов.

Практика последовательного и системного отслеживания персональных результатов экспертов и их учета при решении вопросов комплектования предметной комиссии приводит к тому, что количество обращений основных экспертов к экспертам-консультантам достаточно велико. Это приветствуется и рассматривается в качестве дополнительного ресурса повышения квалификации членов предметной комиссии, повышает согласованность в оценивании.

2. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЕГЭ 2017 ГОДА

В 2017 году контрольные измерительные материалы ЕГЭ по физике претерпели существенные изменения. Из вариантов полностью исключены задания с выбором одного верного ответа из четырех представленных вариантов и добавлены задания с кратким ответом. В связи с этим предложена новая структура первой части экзаменационной работы. Структура второй части оставлена прежней.

При внесении изменений в структуру экзаменационной работы сохранены общие концептуальные подходы к оценке учебных достижений. В том числе остался без изменений суммарный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы, сохранено распределение максимальных баллов за выполнение заданий разных уровней сложности и примерное распределение числа заданий по разделам школьного курса физики и способам деятельности (см. таблицы). Не изменилось и время выполнения экзаменационной работы.

По-прежнему минимальное количество баллов ЕГЭ по физике, подтверждающее освоение выпускником программы среднего общего образования по физике, устанавливается исходя из требований ФГОС базового уровня изучения предмета. Требованиям ФГОС базового уровня изучения предмета соответствуют задания базового уровня сложности из первой части работы. Использование в работе заданий повышенного и высокого уровней сложности позволяет оценить степень подготовленности учащегося к продолжению образования в вузе.

Сравнение структурных и содержательных аспектов экзаменационных работ 2016 и 2017 годов представлено в таблицах 1–5.

Таблица 1

**Структура экзаменационной работы 2017 года
по сравнению с экзаменационной работой 2016 года**

Часть работы	Количество заданий		Максимальный первичный балл (процент от максимального первичного балла за всю работу)		Тип заданий	
	2016 год	2017 год	2016 год	2017 год	2016 год	2017 год
1 часть	24	23	32 (64 %)	32 (64 %)	С кратким ответом и с выбором варианта ответа	С кратким ответом
2 часть	8	8	18 (36 %)	18 (36 %)	С кратким ответом и с развернутым ответом	С кратким ответом и с развернутым ответом
<i>Итого</i>	32	31	50	50		

Таблица 2

**Распределение заданий по основным содержательным разделам
в 2016 и 2017 годах**

Содержательный раздел	Количество заданий	
	2016 г.	2017 г.
Механика	9–10	9–11
Молекулярная физика	7–8	7–8
Электродинамика и основы СТО	9–10	9–11
Квантовая физика	5–6	4–5
<i>Итого</i>	32	31

Таблица 3

**Распределение заданий по проверяемым умениям
и способам деятельности учащихся в 2016 и 2017 годах**

Проверяемые умения и способы деятельности	Число заданий	
	2016 г.	2017 г.
<i>Требования 1.1–1.3</i> Знать/понимать смысл физических понятий, величин, законов, принципов, постулатов	12–14	11
<i>Требования 2.1–2.4</i> Уметь описывать и объяснять физические явления и свойства тел, результаты экспериментов, ..., приводить примеры практического использования физических знаний	9–12	10
<i>Требование 2.5</i> Отличать гипотезы от научной теории, делать выводы на основе эксперимента и т. д.	2	2
<i>Требование 2.6</i> Уметь применять полученные знания при решении физических задач	8	8
<i>Требования 3.1–3.2</i> Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни	0–1	0–1
<i>Итого</i>	32	31

Таблица 4

**Распределение заданий по уровню сложности в 2017 году
по сравнению с 2016 годом**

Уровень сложности	Количество заданий		Процент от максимально возможного первичного балла		Распределение по частям работы	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Базовый	19	18	44	44	1-я часть: 19	1-я часть: 18
Повышенный	9	9	32	32	1-я часть: 5 2-я часть: 4	1-я часть: 5 2-я часть: 4
Высокий	4	4	24	24	2-я часть: 4	2-я часть: 4
<i>Итого</i>	32	31	100	100	32	31

**Распределение времени выполнения по типам заданий в 2017 году
по сравнению с 2016 годом**

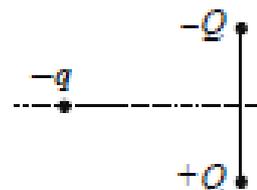
Тип задания	Кол-во заданий данного типа		Время на выполнение одного задания в минутах	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
Выбор ответа	9	–	2–5 мин	–
Краткий ответ	18	26	3–5 мин	3–5 мин
Развернутый ответ	5	5	15–25 мин	15–25 мин
<i>Итого</i>	32	31	235 мин	235 мин

Таким образом, вариант экзаменационной работы 2017 года состоял из двух частей и включал в себя 31 задание, что на одно задание меньше, чем в 2016 году. **Часть 1** содержала 23 задания с кратким ответом. Из них 14 заданий (вместо семи в 2016 году) подразумевали самостоятельную запись ответа в виде числа, двух чисел или слова. Последние два типа заданий являются новыми по структуре, ранее в КИМ ЕГЭ представлены не были.

Их примеры приведены ниже.

– Задание, в котором краткий ответ записывается в виде слова:

- 13** Отрицательный заряд $-q$ находится в поле двух неподвижных зарядов: положительного $+Q$ и отрицательного $-Q$ (см. рисунок). Куда направлено относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) ускорение заряда $-q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

– 3 задания, в которых краткий ответ представлен в виде двух чисел:

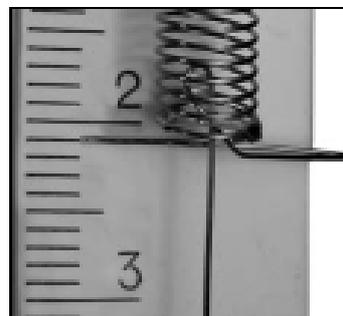
- 19** На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li литий 7 ₉₃ 6 ₇	3	Be бериллий 9 ₁₀₀	4	5	B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na натрий 23 ₁₀₀	11	Mg магний 24 ₇₈ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	Sc скандий 45 ₁₀₀	21
	V	29	Cu медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	30	Zn цинк 64 ₄₉ 66 ₂₈ 68 ₁₉	31	Ga галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа магния.

Число протонов	Число нейтронов

- 22 Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Шкала динамометра проградуирована в Н.



Ответ: (=) Н.

Существенно увеличилось количество заданий на множественный выбор: с одного до трех. Это сравнительно новые задания, они недостаточно представлены в пособиях по подготовке к ЕГЭ.

Например:

- 5 В таблице представлены данные о положении шарика, прикреплённого к пружине и колеблющегося вдоль горизонтальной оси Ox , в различные моменты времени.

t, c	0,0	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2
$x, мм$	0	5	9	12	14	15	14	12	9	5	0	-5	-9	-12	-14	-15	-14

Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения и укажите их номера.

- 1) Кинетическая энергия шарика в момент времени 2,0 с минимальна.
- 2) Период колебаний шарика равен 4,0 с.
- 3) Потенциальная энергия пружины в момент времени 1,0 с максимальна.
- 4) Полная механическая энергия маятника, состоящего из шарика и пружины, в момент времени 3,0 с минимальна.
- 5) Амплитуда колебаний шарика равна 30 мм.

Ответ:

Количество уже традиционных заданий на установление соответствия между множествами слегка уменьшилось: с семи до шести.

Часть 2, как и в предыдущие годы, содержала восемь заданий, объединённых общим видом деятельности — решением задач. Из них три задания с кратким ответом (№ 24–26) и пять заданий (№ 27–31), для которых необходимо привести развернутый ответ. Во второй части работы новых по структуре заданий не было.

Существенные изменения в структуре контрольных измерительных материалов, несмотря на то что принципиальные методологические и методические подходы оставлены без изменения, сами по себе, в силу своей новизны для участников экзамена, являются фактором, объективно усложняющим КИМ ЕГЭ по физике 2017 года по сравнению с КИМ ЕГЭ 2016 года.

3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКЗАМЕНА 2017 ГОДА

3.1. Характеристика участников экзамена по физике 2017 года

Экзамен по физике в 2017 году выбрали 6517 выпускников (6549 — в прошлом году). Это составляет 22,05 % от общего числа сдававших ЕГЭ, что несколько меньше, чем в прошлом году (см. таблицу 6).

Таблица 6

Количество участников ЕГЭ по физике за последние три года

Учебный предмет	2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	Чел.	% от общего числа участников	Чел.	% от общего числа участников	Чел.	% от общего числа участников
Физика	6464	24,12	6549	23,20	6517	22,05

Распределение участников экзамена по гендерному признаку тоже незначительно изменилось в пользу девушек (табл. 7).

Таблица 7

Соотношение количества девушек и юношей

Год	Юноши	Девушки
2016	76,54 %	23,46 %
2017	74,08 %	25,92 %

В таблице 8 показано распределение экзаменуемых по категориям.

Таблица 8

Распределение участников ЕГЭ по физике по категориям

	2016 г.	2017 г.
Всего участников ЕГЭ по предмету	6549	6517
Из них:		
Выпускников текущего года, обучающихся по программам СОО	5852	5587
Выпускников текущего года, обучающихся по программам СПО	93	271
Выпускников прошлых лет	604	659

В таблице 9 дано распределение участников экзамена по физике в зависимости от типа образовательного учреждения.

Таблица 9

Распределение участников экзамена по физике по типам ОУ

Тип ОУ	Вид ОУ	Количество участников	
		Чел.	%
Всего участников ЕГЭ по предмету		6517	100
Из них:			
Общеобразовательное учреждение/организация	Средняя общеобразовательная школа	2358	36,18
	Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов	1046	16,05

	Гимназия	825	12,66
	Лицей	961	14,75
	Основная общеобразовательная школа	2	0,03
Общеобразовательная школа-интернат	Основная общеобразовательная школа-интернат	3	0,05
	Средняя общеобразовательная школа-интернат	1	0,02
	Средняя общеобразовательная школа-интернат с углубленным изучением отдельных предметов	7	0,11
	Гимназия-интернат	7	0,11
Кадетская школа и кадетская школа-интернат	Кадетская школа	22	0,34
Специальное (коррекционное) учреждение для обучающихся, воспитанников с ограниченными возможностями здоровья	Специальная (коррекционная) школа-интернат	4	0,06
Образовательное учреждение для детей, нуждающихся в психолого-педагогической и медико-социальной помощи	Центр лечебной педагогики и дифференцированного обучения	3	0,05
Вечернее (сменное) общеобразовательное учреждение	Центр образования	166	2,55
Образовательное учреждение начального профессионального образования	Профессиональный лицей	4	0,06
Образовательное учреждение среднего профессионального образования	Техникум	23	0,35
	Колледж	213	3,27
Образовательное учреждение высшего профессионального образования	Институт	4	0,06
Образовательное учреждение, находящееся в ведении Министерства обороны Российской Федерации	Суворовское военное училище	36	0,55
	Нахимовское военно-морское училище	53	0,81
	Кадетский (морской кадетский) военный корпус	111	1,70
Иное	Иное	668	10,25

Распределение количества участников по районам Санкт-Петербурга представлено в таблице 10.

Таблица 10

Распределение участников экзамена по физике по районам Санкт-Петербурга

Наименование района	Количество участников ЕГЭ по учебному предмету	% от общего числа участников в регионе
Адмиралтейский	143	2,19
Василеостровский	156	2,39
Выборгский	446	6,84

Приморский	507	7,78
Калининский	437	6,71
Кировский	376	5,77
Колпинский	157	2,41
Красногвардейский	265	4,07
Красносельский	398	6,11
Кронштадтский	44	0,68
Курортный	29	0,44
Московский	328	5,03
Невский	335	5,14
Петроградский	97	1,49
Петродворцовый	128	1,96
Пушкинский	281	4,31
Фрунзенский	403	6,18
Центральный	178	2,73
ОУ городского и федерально- го подчинения	433	6,64
Центры образования	166	2,55
Кадетские школы	222	3,41
Частные школы	58	0,89
СПО	271	4,16
ВПЛ	659	10,11
Всего	6517	100,00

Количество участников экзамена по физике по сравнению с прошлым годом принципиально не изменилось, но доля сдававших физику по отношению к общему числу участников ЕГЭ в 2017 году стала еще меньше, чем в 2015 и 2016 годах. Распределение участников экзамена по районам города достаточно стабильно в течение всех лет проведения ГИА в формате ЕГЭ, так как определяется в основном количеством образовательных учреждений и численностью обучающихся в районе.

Подавляющее большинство сдававших физику, как и в прошлые годы, учатся в образовательных учреждениях районного подчинения: 72 % против 75 % в прошлом году. Небольшое уменьшение их числа обусловлено, скорее всего, увеличением количества ОО городского подчинения. Процентное соотношение между участниками экзамена, обучающимися в образовательных организациях разных типов, тоже достаточно стабильно и соответствует аналогичным показателям прошлых лет.

Немного увеличилось по сравнению с прошлым годом количество выпускников прошлых лет, сдававших физику. При этом количество выпускников системы СПО увеличилось в несколько раз (табл. 11).

Таблица 11

**Изменение количества сдававших физику выпускников прошлых лет
и выпускников СПО за последние три года**

Категория участников ЕГЭ по физике	2015 год	2016 год	2017 год
Выпускники прошлых лет	781	604	659
Выпускники СПО	12	93	271

3.2. Основные результаты ЕГЭ по физике в 2017 году

Средний балл за все этапы экзамена составил 53,9, что несколько выше, чем в прошлом году (52,9). Семнадцать экзаменуемых получили максимальный балл, в прошлом году их число было в два раза меньше (восемь человек). Распределение участников ЕГЭ по физике по тестовым баллам в 2017 г показано на диаграмме 1.

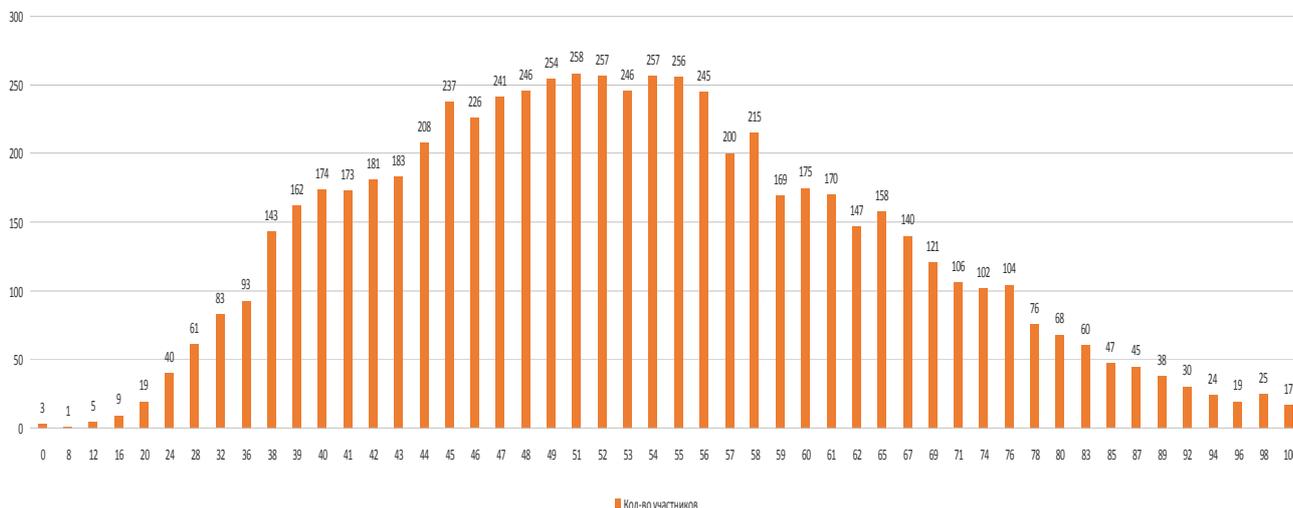


Диаграмма 1. Распределение участников ЕГЭ по физике по тестовым баллам в 2017 г.

В таблице 12 представлена динамика основных результатов ЕГЭ по физике за последние три года.

Таблица 12

Сравнение результатов ЕГЭ по физике за последние три года

	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Не получили минимального балла	219	294	221
Средний балл	54,4	52,92	53,86
Получили от 81 до 100 баллов	443	344	305
Получили 100 баллов	18	8	17

Данные о распределении результатов участников экзамена по разным категориям, типа ОУ и районам приведены в таблицах 13–15.

Таблица 13

Распределение результатов для разных категорий участников экзамена

Категория	Доля участников, набравших балл ниже минимального, %	Доля участников, получивших тестовый балл от минимального балла до 60 баллов, %	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, %	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов, %	Количество выпускников, получивших 100 баллов, чел.
Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СОО	1,82	62,20	17,47	4,27	17

Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СПО	0,74	3,42	0,02	0	0
Выпускники прошлых лет	0,83	8,04	0,78	0,41	0
Итого	3,39	73,66	18,27	4,68	17

Наибольший процент по всем категориям экзаменуемых приходится на выпускников текущего года, что естественно, так как именно они составили подавляющее большинство участников экзамена.

Таблица 14

Распределение результатов участников экзамена с учетом типа ОУ

Вид ОУ	Доля участников, набравших балл ниже минимального, %	Доля участников, получивших тестовый балл от минимального балла до 60 баллов, %	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, %	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов, %	Количество выпускников, получивших 100 баллов, чел.
Средняя общеобразовательная школа	1,03	29,13	4,96	1,04	5
Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов	0,29	12,25	3,05	0,48	0
Гимназия	0,12	8,69	3,39	0,46	0
Лицей	0,05	7,05	5,40	2,26	12
Основная общеобразовательная школа	0,02	0,02	0	0	0
Основная общеобразовательная школа-интернат	0,02	0,03	0	0	0
Средняя общеобразовательная школа-интернат	0	0,02	0	0	0
Средняя общеобразовательная школа-интернат с углубленным изучением отдельных предметов	0,02	0,09	0	0	0

Гимназия-интернат	0	0,06	0,03	0,02	0
Кадетская школа	0,03	0,31	0	0	0
Специальная (коррекционная) школа-интернат	0	0,06	0	0	0
Центр лечебной педагогики и дифференцированного обучения	0	0,05	0	0	0
Центр образования	0,20	2,16	0,18	0	0
Профессиональный лицей	0	0,06	0	0	0
Техникум	0,06	0,29	0	0	0
Колледж	0,60	2,66	0,02	0	0
Институт	0,02	0,03	0	0,02	0
Суворовское военное училище	0	0,51	0,05	0	0
Нахимовское военно-морское училище	0,02	0,64	0,15	0	0
Кадетский (морской кадетский) военный корпус	0,08	1,38	0,25	0	0
Иное	0,86	8,18	0,78	0,41	0
Итого	3,39	73,66	18,27	4,68	17

Подавляющее большинство экзаменуемых получили результат в диапазоне между минимальным баллом и 60 тестовыми баллами, что соответствует среднему баллу по региону. Наибольший процент высокобалльных работ и максимальное количество «стобалльников» ожидаемо дают физико-математические лицеи.

Таблица 15

**Распределение результатов участников экзамена
для разных районов Санкт-Петербурга**

Наименование района	Доля участников, набравших балл ниже минимального, %	Доля участников, получивших тестовый балл от минимального балла до 60 баллов, %	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, %	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов, %	Количество выпускников, получивших 100 баллов, чел.
Адмиралтейский	0,70	79,02	17,48	2,80	0
Василеостровский	3,21	72,44	20,51	3,85	0
Выборгский	1,80	75,96	19,10	3,15	0

Приморский	3,16	71,74	21,74	3,36	0
Калининский	1,83	71,79	23,39	2,98	0
Кировский	2,39	76,06	18,09	3,46	1
Колпинский	3,82	75,16	17,83	3,18	0
Красногвардейский	0,75	75,09	19,62	4,53	0
Красносельский	1,26	81,16	15,58	2,01	0
Кронштадтский	6,82	81,82	6,82	4,55	0
Курортный	3,45	82,76	13,79	0	0
Московский	1,84	72,70	22,09	3,37	0
Невский	1,50	73,65	21,56	3,29	0
Петроградский	1,03	74,23	15,46	9,28	0
Петродворцовый	2,34	76,56	18,75	2,34	0
Пушкинский	1,78	75,44	20,64	2,14	1
Фрунзенский	2,24	81,34	14,68	1,74	0
Центральный	1,69	77,53	18,54	2,25	0
ОУ городского и федерального подчинения	0,46	28,21	41,97	29,36	13
Центры образования	7,83	84,94	7,23	0	0
Кадетские школы	3,27	84,90	11,84	0	0
Частные школы	5,17	68,97	17,24	8,62	2
СПО	17,93	81,67	0,40	0	0
ВПЛ	8,23	79,88	7,77	4,12	0

Лидерами по проценту двоечников в 2017 году стали выпускники системы СПО и центров образования. Среди районов наихудший результат с большим отрывом у Кронштадта. Наибольший процент высокобалльных работ и «стобалльников» — у ОУ федерального и регионального подчинения. Это статусные школы, известные не только в Санкт-Петербурге, но и в других регионах РФ. Среди районов наибольший процент высокобалльных работ показал Петроградский.

В следующих таблицах 16–17 приведены названия 5 % ОУ, показавших наилучшие и наихудшие результаты в ЕГЭ по физике в 2017 году.

Список ОУ, показавших наилучшие результаты формировался с учетом следующих основных критериев:

- ♦ Доля участников ЕГЭ, получивших от 81 до 100 баллов, имеет максимальные значения (по сравнению с другими ОО Санкт-Петербурга).
- ♦ Доля участников ЕГЭ, не достигших минимального балла, имеет минимальные значения (по сравнению с другими ОО Санкт-Петербурга).

Таблица 16

ОУ, показавшие в 2017 году наилучшие результаты на ЕГЭ по физике

Район	Название ОО	Доля участников, не достигших минимального балла, %	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, %	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов, %	Общее кол-во участников экзамена, чел.	Средний балл
Пушкинский	АНОО «Школа имени А. М. Горчакова»	0	40,00	60,00	5	88,6
Калининский	Лицей ФТШ	0	38,30	55,32	47	81,8
Петроградский	ГБОУ гимназия № 85	0	0	50,00	4	70,3
Пушкинский	ГБОУ СОШ № 695	0	0	50,00	2	73,0
Приморский	ЧОУ «Доверие»	0	0	50,00	2	73,5
Василеостровский	ГБОУ лицей № 30	0	45,83	46,88	96	80,0
Центральный	ГБОУ «Президентский ФМЛ № 239»	0	46,32	46,32	95	79,9
Петроградский	ГБОУ СОШ № 80	0	0	40,00	5	67,6
Невский	ГБОУ СОШ № 571	0	40,00	40,00	5	71,6
Петроградский	ГБОУ гимназия № 610	0	12,50	37,50	8	68,5
Адмиралтейский	ГБОУ СОШ № 241	0	0	33,33	3	64,3
Кировский	ГБОУ СОШ № 274	0	8,33	25,00	12	56,2
Кронштадтский	ГБОУ СОШ № 427	0	25,00	25,00	4	60,5
Красногвардейский	ГБОУ СОШ № 233	0	25,00	25,00	4	62,0
Центральный	ГБОУ СОШ № 309	0	0	25,00	4	62,3
Красногвардейский	ГБОУ СОШ № 164	0	25,00	25,00	8	65,1
Невский	ГБОУ гимназия № 330	0	37,50	25,00	8	66,6
Выборгский	ГБОУ лицей № 101	0	41,67	25,00	24	68,7
Калининский	ГБОУ СОШ № 139	0	22,22	22,22	9	63,6
Приморский	ГБОУ СОШ № 617	0	44,44	22,22	9	68,0
Центральный	ГБОУ СОШ № 193	0	20,00	20,00	5	57,8
Петродворцовый	ГБОУ СОШ № 567	0	0	20,00	5	59,4
Калининский	ГБОУ лицей № 470	0	60,00	20,00	10	73,5
Приморский	ГБОУ лицей № 64	0	32,43	18,92	37	65,8
Московский	ГБОУ лицей № 366	0	55,56	18,52	27	70,3

Красносельский	ГБОУ СОШ № 382	0	9,09	18,18	11	57,9
Приморский	ГБОУ СОШ № 253	0	27,27	18,18	11	61,2
Колпинский	ГБОУ лицей № 273	0	36,36	18,18	11	67,5
Василеостровский	ГБОУ СОШ № 12	0	16,67	16,67	6	64,0
Василеостровский	ГБОУ СОШ № 27	0	50,00	16,67	6	65,2
Приморский	ГБОУ СОШ № 644	0	41,67	16,67	12	65,5
Московский	ГБОУ СОШ № 495	0	33,33	16,67	6	66,3
Пушкинский	ГБОУ СОШ № 606	0	50,00	16,67	6	72,2
Красногвардейский	ГБОУ гимназия № 177	0	46,15	15,38	13	64,4

Основные критерии для формирования списка ОУ, показавших наихудшие результаты:

♦ Доля участников ЕГЭ, не достигших минимального балла, имеет максимальные значения (по сравнению с другими ОО Санкт-Петербурга).

♦ Доля участников ЕГЭ, получивших от 61 до 100 баллов, имеет минимальные значения (по сравнению с другими ОО Санкт-Петербурга).

Таблица 17

ОУ, показавшие в 2017 году наихудшие результаты на ЕГЭ по физике

Район	Название ОО	Доля участников, не набравших минимального балла, %	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, %	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов, %	Общее кол-во участников экзамена, чел.	Средний балл
Санкт-Петербург	СПб ГБ ПОУ «Техникум "Приморский"»	100	0	0	1	24,0
Санкт-Петербург	СПб ГБ ПОУ «Колледж петербургской моды»	100	0	0	1	28,0
Санкт-Петербург	СПб ГБПОУ «ККМ»	66,67	0	0	3	30,7
Кировский	СПб ГБПОУ КСиПТ	60,00	0	0	5	28,2
Санкт-Петербург	СПб ГБПОУ «Автомобильный колледж»	60,00	0	0	5	33,4
Санкт-Петербург	СПб ГБПОУ «АТЭМК»	50,00	0	0	6	29,0
Выборгский	ГБОУ СОШ № 474	50,00	0	0	2	30,0
Санкт-Петербург	СПб ГБПОУ «Реставрационно-художественный колледж»	50,00	0	0	2	33,0
Санкт-Петербург	СПб ГБПОУ «МЦПК "Автосервис"»	50,00	0	0	4	34,0
Колпинский	ГБОУ ЦО № 170	50,00	0	0	4	34,5

Приморский	ГБОУ СОШ № 596	50,00	0	0	2	41,5
Центральный	ЧОУ ШОД	50,00	0	0	2	46,0
Центральный	ГБОУ СОШ № 550	50,00	50,00	0	2	46,5
Калининский	ГБОУ СОШ № 186	42,86	0	0	7	39,7
Приморский	ГБОУ СОШ № 581	40,00	0	0	5	29,2
Петроградский	ВКА имени А. Ф. Можайского	37,50	0	0	8	32,6
Пушкинский	ГБОУ ЦО № 650	37,50	0	0	8	38,1
Колпинский	ГБОУ СОШ № 588	37,50	0	0	8	38,5
Калининский	ГБОУ школа-интернат № 28	33,33	0	0	3	35,7
Санкт-Петербург	СПб ГБ ПОУ «Петродворцовый колледж»	33,33	0	0	3	36,0
Красносельский	ГБОУ школа-интернат № 289	33,33	0	0	3	38,7
Невский	ГБОУ гимназия № 498	33,33	22,22	0	9	43,2
Кировский	ГБОУ СОШ № 658	33,33	33,33	0	3	46,7
Петродворцовый	ГБОУ СОШ № 529	33,33	33,33	0	3	49,3
Санкт-Петербург	СПб ГБ ПОУ «ПКГХ»	30,00	0	0	10	39,1
Василеостровский	ГБОУ СОШ № 19	28,57	0	0	7	37,6
Санкт-Петербург	Санкт-Петербургский пожарно-спасательный колледж	28,57	0	0	7	37,7
Санкт-Петербург	СПб ГБ ПОУ «Колледж метрополитена»	27,27	0	0	22	37,7
Приморский	ГБОУ СОШ № 595	27,27	0	0	11	41,0

Результаты экзамена в Санкт-Петербурге уже четвёртый год **по всем** основным показателям превышают аналогичные результаты в среднем по РФ (см. табл. 18).

Таблица 18

Результаты основного экзамена по физике в Санкт-Петербурге по сравнению со средними результатами в РФ

	Санкт-Петербург	РФ
Средний балл	54,7	53,1
Доля участников, не достигших минимального порога, %	2,69	3,78
Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, %	19,65	16,50
Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов, %	4,73	4,94
Доля участников, получивших 100 баллов, %	0,29	0,18

Это свидетельствует о том, что подготовка учащихся к ЕГЭ в школах носит, как правило, системный и организованный характер. Об этом говорит и тот факт, что средний балл выпускников текущего года традиционно и су-

щественно выше среднего балла для всех других категорий абитуриентов. Среди выпускников текущего года наилучшие результаты ожидаемо показывают «статусные» образовательные учреждения регионального или федерального подчинения. Средний балл по городу в целом отражает усвоение участниками экзамена основных понятий, моделей, формул и законов школьного курса физики на базовом уровне. Это логично, так как подавляющее большинство (87,7 %) экзаменуемых в старшей школе изучали физику именно на этом уровне.

В 2017 году в несколько раз увеличилось количество участников экзамена — выпускников системы СПО (с 12 в 2015 году и 93 в 2016 году до 271 в 2017 году). Процент «двоечников» у этой категории участников экзамена традиционно самый высокий. Таким образом, уровень подготовки по предмету в учреждениях СПО по-прежнему не выдерживает конкуренции с уровнем подготовки в общеобразовательных школах.

Количество участвовавших в экзамене выпускников прошлых лет немного увеличилось: с 604 в 2016 году до 659 в 2017 году. При этом число экзаменуемых данной категории, не перешагнувших нижний порог, существенно уменьшилось (с 13,74 до 8,23 %). Тенденция улучшения результатов выпускников прошлых лет прослеживалась еще в прошлом году. Это можно объяснить тем, что значительную их часть составляют выпускники 2014–2016 годов, которые уже знакомы со спецификой контрольных измерительных материалов и подходами к организации экзамена.

В целом, результаты экзамена в Санкт-Петербурге, несмотря на важные структурные изменения в контрольных измерительных материалах, по всем основным показателям лучше, чем в 2016 году.

3.3. Анализ результатов выполнения отдельных заданий и групп заданий

В таблице 19 представлены результаты выполнения заданий экзаменационной работы 2017 года. Для заданий, требующих самостоятельную запись ответа и оцениваемых в один первичный балл, дан средний процент выполнения.

Для заданий на установление соответствия и для заданий, подразумевающих множественный выбор, под средним процентом выполнения подразумевается обобщенный процент выполнения. Эти задания могут быть оценены максимально в два первичных балла. Обобщенный процент выполнения рассчитывался через отношение суммы баллов, набранной всеми учащимися, к максимальной сумме баллов по заданию.

Задания второй части экзаменационной работы, требующие развернутого ответа, считались выполненными, если за них поставлены два или три балла.

Результаты выполнения заданий экзаменационной работы основного экзамена 2017 года по группам экзаменуемых с разным уровнем подготовки

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания и умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения по региону			
			Средний	В группе не преодолевших минимальный порог	В группе 60-80 баллов	В группе 80-100 баллов
1	Прямолинейное равномерное движение, прямолинейное равноускоренное движение: умение определять характер движения по графику зависимости модуля скорости от времени и рассчитывать пройденный путь (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	72,75	11,31	92,89	94,91
2	Сила трения: умение определять коэффициент трения скольжения по графику зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	76,32	6,79	97,88	98,66
3	Закон сохранения механической энергии: умение применять закон сохранения механической энергии для вертикального движения под действием силы тяжести в отсутствие трения (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	76,39	15,84	98,24	99,73
4	Условие равновесия твердого тела: умение применять правило моментов при описании равновесия неравноплечного рычага (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	74,30	11,76	98,02	98,39
5	Горизонтальные механические колебания: умение интерпретировать результаты опыта, представленные в виде таблицы (множественный выбор)	Повышенный	88,64	45,25	99,56	100
6	Условие равновесия плавающего на поверхности жидкости твердо-	Базовый	81,25	45,25	93,41	99,20

	го тела: умение анализировать изменение физических величин в ходе процесса (соответствие между величинами и характером их изменения)					
7	Движение тела под действием силы тяжести, брошенного под углом к горизонту с начальной высоты: умение определять характер изменения физических величин в ходе процесса (соответствие между физической величиной и графиком ее изменения)	Повышенный	78,47	25,34	98,17	99,73
8	Связь между средней кинетической энергией теплового движения молекул идеального газа и абсолютной температурой: умение применять имеющиеся знания для решения простейших расчётных задач (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	54,08	14,93	79,12	93,03
9	Первое начало термодинамики, внутренняя энергия идеального одноатомного газа: умение применять первое начало термодинамики к изопроцессам (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения). Особенность: в задаче присутствуют лишние данные, в том числе заданные с помощью графика	Базовый	62,84	9,05	92,31	98,12
10	Свойства насыщенного пара: умение описывать изменение давления пара в закрытом сосуде при изменении его объема при постоянной температуре (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	69,75	14,93	84,69	89,28
11	Уравнение состояния идеального газа: умение интерпретировать результаты опыта, представленные в виде графика (множественный выбор)	Повышенный	88,48	66,06	98,02	100
12	Графики изменения агрегатных состояний вещества: умение определять характер изменения физических величин в ходе процессов (соответствие между процессом и	Базовый	90,16	47,96	98,90	99,20

	графиком изменения описывающих процесс величин)					
13	Взаимодействие точечных зарядов, суперпозиция сил, второй закон Ньютона: умение определять направление ускорения заряда, движущегося под действием нескольких кулоновских сил (самостоятельная запись ответа в виде слова)	Базовый	68,74	16,29	91,87	97,86
14	Определение силы тока: умение применять знания при решении простейших расчётных задач (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	56,98	5,43	93,41	98,93
15	Изменение энергии в ходе электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре: умение сравнивать периоды колебаний энергий в колебательном контуре (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	64,81	13,12	94,87	98,66
16	Электромагнитная индукция: умение интерпретировать результаты опыта, представленные в виде графика (множественный выбор)	Повышенный	84,71	68,33	94,58	99,20
17	Свойства изображения в тонкой линзе: умение анализировать изменение физических величин в ходе процесса (соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	83,34	52,49	98,24	100
18	Постоянный ток, сила тока, сопротивление, напряжение, мощность тока, работа тока: умение сопоставлять физические величины формулам для их расчета (соответствие между физическими величинами и формулами для их расчета)	Базовый	84,80	37,56	99,41	100
19	Нуклонная модель ядра, изотопы: умение рассчитывать протонно-нейтронный состав ядра с опорой на таблицу Д. И. Менделеева (самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Базовый	61,88	5,43	92,67	97,86
20	Закон радиоактивного распада: умение рассчитывать долю распавшихся или нераспавшихся ядер через	Базовый	69,37	11,31	93,92	98,66

	определенный промежуток времени (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)					
21	Законы фотоэффекта: умение анализировать изменение физических величин в ходе процесса (соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	75,79	31,67	95,60	98,66
22	Измерение физических величин: умение определить показания прибора с учетом погрешности прямого измерения (самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Базовый	76,12	17,19	92,23	95,71
23	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент (самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Базовый	79,23	19,46	97,95	98,93
24	Механика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение закона сохранения импульса на плоскости (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Повышенный	33,58	2,26	72,31	88,74
25	МКТ и термодинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение первого начала термодинамики при изобарном процессе (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Повышенный	33,63	2,26	76,34	92,76
26	Электродинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на определение максимального порядка дифракционного максимума (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Повышенный	20,05	0,45	52,60	83,65
27	Электростатика (электростатическая индукция, закон сохранения электрического заряда, взаимодействие зарядов): умение решать качественные задачи	Повышенный	27,73	0,45	58,39	93,03
28	Механика (закон сохранения механической энергии, второй и третий законы Ньютона, центростремительное ускорение): умение решать	Высокий	26,73	0	72,89	96,78

	расчетные задачи высокого уровня сложности					
29	МКТ (условия равновесия столбика ртути, помещенного в запаянную с одного конца узкую стеклянную трубку, закон Бойля-Мариотта): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	15,42	0	43,88	93,03
30	Электродинамика (закон электромагнитной индукции, закон Ома для замкнутой цепи, сила Ампера, второй закон Ньютона, скорость относительного движения, сила трения): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	12,68	0	33,33	87,94
31	Квантовая физика (вольт-амперная характеристика фотоэффекта, сила тока, связь силы тока насыщения с количеством фотонов, падающих на катод в единицу времени, энергия фотона, мощность излучения): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	16,35	0	39,19	78,28

3.3.1. Замечания по первой части экзаменационной работы

Поскольку структура первой части экзаменационной работы в 2017 году претерпела существенные изменения, не представляется возможным провести подробное сравнение результатов 2017 года с результатами 2016-го. Тем не менее, можно провести осторожные параллели по отдельным типам заданий.

Задания с самостоятельной записью ответа в предложенных единицах измерения (число, два числа, слово)

Содержательный элемент, проверяемый заданиями этого типа, можно считать усвоенным, если среднее значение выполнения превышает 50 % (аналитические отчеты ФИПИ по Единому государственному экзамену, www.fipi.ru).

В 2016 году из семи заданий такого типа у пяти (71 %) процент выполнения был больше 50, следовательно, проверяемые посредством этих заданий содержательные элементы можно было считать усвоенными полностью. В 2017 году из 14 таких заданий все (100 %) дали процент выполнения более 50.

Остановимся на заданиях, вызвавших наибольшие затруднения (процент выполнения — ниже 70):

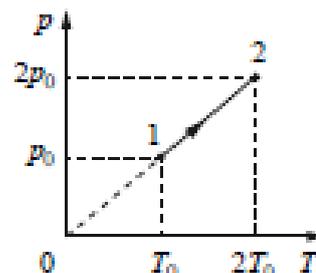
Задание № 8. Стандартная задача на применение формулы связи средней кинетической энергии движения молекул идеального газа с абсолютной температурой вызвала определенные затруднения у группы «средняков». Это можно объяснить тем, что данная формула изучается только в рамках МКТ и редко встречается в расчетных задачах. Её могли просто забыть.

- 8 При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 2 раза. Начальная температура газа 250 К. Какова конечная температура газа?

Ответ: _____ К.

Задание № 9. Оно вызвало существенные затруднения у слабых выпускников, что объяснимо, так как в условии задачи есть лишние данные. Для сильных учеников, понимающих сущность описанных в задаче процессов, задача оказалась простой.

- 9 На pT -диаграмме показан процесс изменения состояния 5 моль идеального газа. Внутренняя энергия газа увеличилась на 20 кДж. Какое количество теплоты получил газ в этом процессе?



Ответ: _____ кДж.

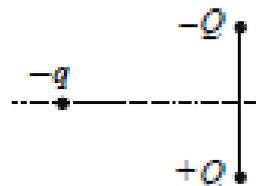
Задание № 10 вызвало затруднения и у средних, и у сильных участников экзамена. Это вполне ожидаемо, так как тема «Насыщенный пар» традиционно является для выпускников одной из наиболее проблемных.

- 10 В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре 100 °С под давлением 20 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, объём пара уменьшить в 4 раза?

Ответ: _____ кПа.

Задания № 13, 14 и 15 вызвали затруднения у «двоечников» и «троечников». У экзаменуемых из средней и сильной групп такие задачи затруднений не вызвали.

- 13 Отрицательный заряд $-q$ находится в поле двух неподвижных зарядов: положительного $+Q$ и отрицательного $-Q$ (см. рисунок). Куда направлено относительно рисунка (вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя) ускорение заряда $-q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: _____.

Очевидно, затруднения слабых учеников при решении данной задачи обусловлены, в частности, тем, что требуется найти не только результирующую силу (что традиционно), но и сделать следующий логический шаг — найти направление вектора ускорения.

- 14 Сила тока, текущего по проводнику, равна 5 А. Какой заряд пройдёт по проводнику за 20 с?

Ответ: _____ Кл.

Затруднения по задаче № 14 могут быть обусловлены только тем, что формула, являющаяся определением силы тока, не слишком часто используется при решении задач и была многими забыта.

- 15** Конденсатор, заряженный до разности потенциалов U , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью L , а во второй – к катушке с индуктивностью $4L$. Каково отношение периодов колебаний энергии конденсатора $\frac{T_2}{T_1}$ в этих двух случаях? Потерями энергии в контуре пренебречь.

Ответ: _____.

Затруднения слабой группы экзаменуемых при решении задачи № 15 обусловлены, скорее всего, тем, что в ходе решения они использовали стандартная формула Томсона для определения периода электромагнитных колебаний в контуре. Вопрос же был поставлен относительно периода колебаний энергии.

Трудности у слабых групп вызвали также *задания № 19 и 20*.

В задании № 19 дополнительный логический шаг состоял в том, что надо было определиться с самым распространенным изотопом того или иного вещества:

- 19** На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д.И. Менделеева. Под названием каждого элемента приведены массовые числа его основных стабильных изотопов. При этом нижний индекс около массового числа указывает (в процентах) распространённость изотопа в природе.

2	II	Li литий 7 ₉₃ 6 ₇	3	Be бериллий 9 ₁₀₀	4	5	B бор 11 ₈₀ 10 ₂₀
3	III	Na натрий 23 ₁₀₀	11	Mg магний 24 ₇₉ 26 ₁₁ 25 ₁₀	12	13	Al алюминий 27 ₁₀₀
4	IV	K калий 39 ₉₃ 41 _{6,7}	19	Ca кальций 40 ₉₇ 44 _{2,1}	20	Sc скандий 45 ₁₀₀	21
	V	29 медь 63 ₆₉ 65 ₃₁	Cu	30 цинк 64 ₆₉ 66 ₂₈ 68 ₁₅	Zn	31 галлий 69 ₆₀ 71 ₄₀	Ga

Укажите число протонов и число нейтронов в ядре самого распространённого изотопа магния.

Число протонов	Число нейтронов

Задания, в которых необходимо определить доли распавшихся или нераспавшихся ядер, традиционно являются для слабых групп трудными:

- 20** Какая доля ядер радиоактивных атомов (в процентах от первоначального числа ядер) остаётся нераспавшейся через интервал времени, равный двум периодам полураспада?

Ответ: _____ %.

Стоит отметить также задание № 2. Это стандартное упражнение на определение коэффициента трения скольжения по графику зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления вызвало существенные затруднения у группы «двоечников».

Задания по методологии, несмотря на то что они относятся к заданиям новой структуры, существенных затруднений не вызвали.

Следует отметить, что задания, давшие наименьший процент выполнения, имеют либо нестандартные элементы в формулировке, либо касаются учебного материала, изучаемого фрагментарно.

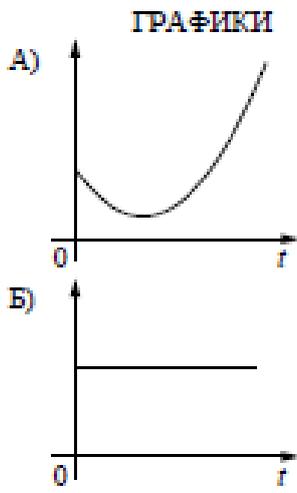
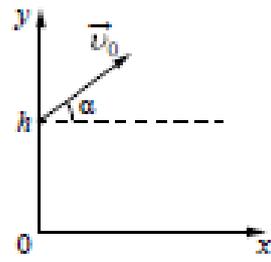
Задания на установление соответствия между двумя множествами и множественный выбор

Содержательный элемент для задания этого типа можно считать полностью усвоенным, если обобщенный процент выполнения превышает 50 (аналитические отчеты ФИПИ по Единому государственному экзамену, www.fipi.ru).

Как и в прошлом году, порог полного усвоения в текущем году преодолен для всех заданий этого типа. При этом обобщенный процент выполнения в этом году существенно выше: не менее 75.

Наибольшие затруднения вызвали **задания № 7 и 21.**

7 В момент $t=0$ мячик бросают с начальной скоростью \vec{v}_0 под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Графики А и Б представляют собой зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t . Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. (Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y=0$.) К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



- ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**
- 1) модуль ускорения мячика a
 - 2) кинетическая энергия мячика
 - 3) проекция импульса мячика на ось y
 - 4) потенциальная энергия мячика

Ответ:

А	Б

Задание № 7 имеет повышенный уровень сложности. В нем рассматривается ситуация движения тела, брошенного под углом к горизонту с некоторой высоты. Успешно выполнить это задание можно только при глубоком понимании характера изменения описывающих движение величин.

21 Монохроматический свет с энергией фотонов E_f падает на поверхность металла, вызывая фотоэффект. При этом напряжение, при котором фототок прекращается (запирающее напряжение), равно $U_{\text{зп}}$. Как изменятся модуль запирающего напряжения $U_{\text{зп}}$ и длина волны $\lambda_{\text{кп}}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта, если энергия падающих фотонов E_f уменьшится, но фотоэффект не прекратится?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

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

Модуль запирающего напряжения $U_{\text{зп}}$	Длина волны $\lambda_{\text{кп}}$, соответствующая «красной границе» фотоэффекта

Задание № 21 посвящено фотоэффекту, имеет базовый уровень сложности и содержит стандартные вопросы на понимание физической природы фотоэффекта.

В целом, все девять заданий из данной группы, включая задания на множественный выбор, выполнены существенно лучше, чем задания с самостоятельной записью краткого ответа.

3.3.2. Замечания по второй части экзаменационной работы

Результаты выполнения второй части можно сравнивать с аналогичными результатами прошлого года (см. таблицу 20), так как вторая часть не претерпела никаких структурных изменений: она содержит три стандартные расчетные задачи с кратким ответом, качественную задачу и четыре расчетных задачи высокого уровня сложности, предполагающие развернутый ответ.

Таблица 20

Результаты выполнения расчетных задач с кратким ответом в сравнении с прошлым годом

Обозначения задания в работе	Средний процент выполнения	
	2016 год	2017 год
24	22,39	33,58
25	24,93	33,63
26	25,26	20,05

Судя по данным таблицы, *стандартные расчетные задачи с кратким ответом* в 2017 году выполнены несколько лучше, чем в 2016-м.

В задаче № 24 требовалось применить закон сохранения импульса для описания движения снаряда и его двух осколков, разлетающихся под некоторым углом в плоскости. Именно необходимость сложения векторов импульса на плоскости и является, на наш взгляд, наибольшим источником затруднений.

В задаче № 25 рассматривается изобарное расширение идеального одноатомного газа. Здесь требуется применить первое начало термодинамики. Она выполнена несколько лучше других.

В задаче № 26 нужно найти максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения. Именно эта задача вызвала наибольшие трудности. Дополнительное усложнение — необходимость расчета постоянной решетки.

Все предложенные экзаменуемым расчетные задачи с кратким ответом действительно являются стандартными, традиционными, широко представлены не только в открытом сегменте КИМ ЕГЭ, но и в классических школьных задачачниках.

Задания, подразумевающие развернутый ответ

Задания, требующие развернутого ответа, являются сложными комплексными задачами, проверяющими усвоение материала сразу нескольких тем. В таблице 21 приводятся результаты выполнения этих заданий в 2016 и 2017 годах.

Таблица 21

Сравнение результатов выполнения заданий с развернутым ответом в 2016 и 2017 годах

Обозначения задания в работе	Процент выполнения задания, то есть процент ответов, оцененных на 2 и 3 балла	
	2017 год	2016 год
27	27,7	10,5
28	26,7	12,6
29	15,4	14,3
30	12,7	3,0
31	16,4	21,8

Очевидно, что практически все задачи с развернутым ответом в 2017 году выполнены лучше, чем в 2016-м.

3.3.3. Анализ типичных ошибок заданий с развернутым ответом

Задание № 27 (качественная задача)

Традиционно к качественной задаче приступает большинство участников экзамена, даже те, кто принадлежит к наиболее слабой группе. Тем не менее, кажущаяся простота (не нужны формулы и расчеты, можно обойтись только словами) обманчива. Поэтому процент выполнения этого типа задач также традиционно низок.

Качественные задачи, используемые в КИМ 2017 в Санкт-Петербурге, на всех экзаменах были построены на основе стандартных демонстрационных или фронтальных опытов — традиционного атрибута школьного физического образования.

Формулировка качественной задачи на основном экзамене:

27

На столе установили два незаряженных электрометра и соединили их металлическим стержнем с изолирующей ручкой (рис. 1). Затем к первому электрометру поднесли, не касаясь шара, отрицательно заряженную палочку (рис. 2). Не убирая палочки, убрали стержень, а затем убрали палочку.

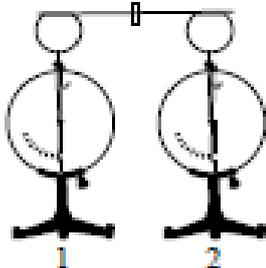


Рис. 1

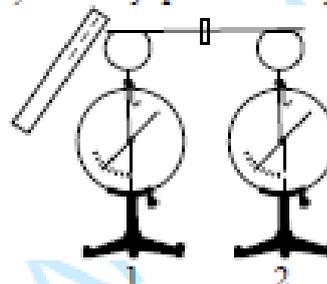


Рис. 2

Ссылаясь на известные Вам законы и явления, объясните, почему электрометры оказались заряженными, и определите знаки заряда каждого из электрометров после того, как палочку убрали.

Демонстрации опытов с электрометром являются методически важнейшими в разделе «Электростатика» школьного курса. Добросовестный учитель должен показывать этот опыт при любом формате изучения предмета. Тем не менее, задание вызвало затруднения у всех групп экзаменуемых, кроме самой сильной. Участники экзамена проявили непонимание явления электростатической индукции в проводниках и принципа работы электрометра.

Часто встречающиеся ошибки:

– Участники экзамена не демонстрировали понимания того, что система электрометров не является заряженной, в частности, предполагалось даже «перелетание» зарядов с палочки на электрометры.

– Приводились объяснения, основанные на движении в проводниках не только отрицательных, но и неких свободных положительных зарядов.

– Электростатическое поле путали с электромагнитным или магнитным полями.

В то же время, как правило, приводилось верное объяснение взаимодействия заряженных тел.

Поскольку к выполнению этого задания приступило большинство экзаменуемых, можно сделать выводы о том, что опыты с электрометром для них все-таки узнаваемы. Вызывают вопросы методика проведения этих опытов и те комментарии, которые при этом делаются.

Именно качественная задача вызвала и наибольшие проблемы при проверке экзаменационных работ: на нее приходится 50 % третьей проверки.

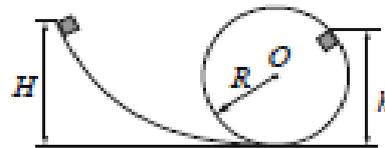
Следует также отметить, что в половине используемых в Санкт-Петербурге вариантов КИМ использовалась более простая, если не сказать элементарная, редакция данной задачи: к одному электрометру подносили заряженную палочку и просили указать знак заряда на стрелке электрометра. Процент выполнения качественной задачи по этим вариантам существенно выше. На наш взгляд, именно это обстоятельство обусловило достаточно большой средний процент выполнения качественной задачи в целом по региону.

Задание № 28 (расчетная задача по механике)

Задача о движении бруска по гладкой «мертвой петле» стандартна, она представлена в традиционных задачниках и пособиях по подготовке к экзамену:

28

Небольшой кубик массой $m = 1$ кг начинает скользить с нулевой начальной скоростью по гладкой горке, переходящей в «мертвую петлю» радиусом $R = 2$ м (см. рисунок). С какой высоты H был опущен кубик, если на высоте $h = 2,5$ м от нижней точки петли сила давления кубика на стенку петли $F = 5$ Н? Сделайте рисунок с указанием сил, поясняющий решение.



Процент ее выполнения тоже достаточно высок, с ней в целом успешно справились и «хорошисты», и «отличники».

Задача позволяет проверить знание и понимание и закона сохранения механической энергии, и основных законов ньютоновской динамики, а также понимание специфики криволинейного движения. И если с «энергетической» частью решения задачи экзаменуемые справлялись, как правило, успешно, то «динамическая» часть решения выявила определенные проблемы.

Участники экзамена:

- не различали силу давления и силу нормальной реакции опоры и, соответственно, не видели необходимости применения третьего закона Ньютона;
- учитывали не все силы, действующие на тело;
- вводили в рассмотрение центробежную силу инерции без правильного перехода в неинерциальную систему отсчета;
- традиционно допускали ошибки при выборе оптимальных координатных осей и при проецировании на них векторных величин;
- ошибочно записывали второй закон Ньютона в векторной форме, считая, что ускорение бруска является центростремительным.

Достаточно большой процент третьей проверки (20 %) связан, на наш взгляд, с рядом факторов:

- Многие экзаменуемые решали задачу в неинерциальной системе отсчета, не давая необходимых комментариев.
- Третий закон Ньютона во многих работах не указывался в явном виде, поэтому кто-то из экспертов его засчитывал, а кто-то не находил и потому не засчитывал.

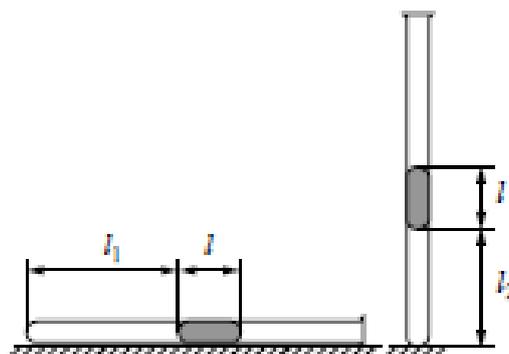
Эта задача часто рассматривалась в ходе апелляционных процедур. Камнем преткновения при этом было, как правило, непонимание различия силы давления на опору и силы нормальной реакции опоры, а также ошибки при решении задачи в неинерциальной системе отсчета.

Задание № 29 (расчетная задача по МКТ и термодинамике)

Задача по молекулярной физике также традиционна для абитуриентов.

29

В запаянной с одного конца длинной горизонтальной стеклянной трубке постоянного сечения (см. рисунок) находится столбик воздуха длиной $l_1 = 30,7$ см, запертый столбиком ртути. Если трубку поставить вертикально отверстием вверх, то длина воздушного столбика под ртутью будет равна $l_2 = 23,8$ см. Какова длина ртутного столбика? Атмосферное давление 747 мм рт. ст. Температуру воздуха в трубке считать постоянной.



Задание проверяет знание и умение применить уравнение Клапейрона-Менделеева (или закон Бойля-Мариотта) для разных состояний газа с учетом давления вертикального столбика ртути. Если экзаменуемые приступали к выполнению этого задания, то в целом справлялись с ним успешно.

Среди часто встречающихся смысловых проблем можно отметить следующие:

- непонимание физического смысла внесистемной единицы измерения давления (мм рт. ст.);
- ошибки при записи условия равновесия столбика ртути через силы на основании второго закона Ньютона.

Учащиеся самой сильной группы с этой задачей справились. Однако уже у средней группы (61–80 баллов) она вызвала существенные затруднения.

Эта задача дала 12 % от всей третьей проверки. Основной проблемой экспертов стало то, что экзаменуемые часто расписывали решение очень коротко, «сворачивая» рассуждения в одну-две формулы.

Задание № 30 (расчетная задача по электродинамике)

Эта задача касается относительного движения по параллельным рельсам двух проводников в вертикальном магнитном поле.

30

По горизонтально расположенным шероховатым рельсам с пренебрежимо малым сопротивлением могут скользить два одинаковых стержня массой $m = 100$ г и сопротивлением $R = 0,1$ Ом каждый. Расстояние между рельсами $l = 10$ см, а коэффициент трения между стержнями и рельсами $\mu = 0,1$. Рельсы со стержнями находятся в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией $B = 1$ Тл (см. рисунок). Под действием горизонтальной силы, действующей на первый стержень вдоль рельс, оба стержня движутся поступательно равномерно с разными скоростями. Какова скорость движения первого стержня относительно второго? Самоиндукцией контура пренебречь.



Задача носит комплексный характер, позволяет проверить знания разных разделов курса физики и в этом смысле является показательной. Для ее успешного решения необходимо применение знаний как законов электромагнетизма

(закон электромагнитной индукции, сила Ампера, закон Ома, правило расчета сопротивления последовательно соединенных проводников), так и законов механики (второй закон Ньютона, правило сложения скоростей). Следует отметить, что у большинства участников, приступивших к выполнению этого задания, решение шло в правильном направлении, было проявлено знание многих из указанных выше закономерностей.

Наиболее часто встречающаяся ошибка — решение задачи в системе отсчета, связанной с Землей, в результате которого либо неправильно складывались ЭДС индукции, либо неверно применялся закон Ома.

Эта задача имеет самый маленький процент выполнения. На нее приходился достаточно большой процент апелляций. Это обусловлено во многом тем, что для ее полного правильного решения требуется семь формул. Апеллянты не понимали, что при отсутствии (или ошибочной записи) двух из них, в соответствии с обобщенными критериями оценивания они не могли получить даже один первичный балл.

Третья проверка по этой задаче (10 %) в большинстве случаев была вызвана тем, что именно при проверке этой задачи наиболее часто встречались ситуации неправильного решения при правильной итоговой формуле и верном ответе.

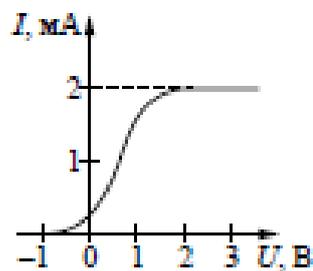
Задание № 31 (расчетная задача по квантовой физике)

Процент выполнения задачи на фотоэффект несколько выше, чем предыдущей. Но именно с этой задачей хуже всего справились экзаменуемые из наиболее сильной группы.

Как и в ситуации с качественной задачей, задача по фотоэффекту была представлена в КИМ в двух редакциях, существенно неравноценных.

В ряде вариантов рассматривалась абсолютно стандартная ситуация: фотоэлектроны, появившиеся в результате фотоэффекта, задерживались однородным электрическим полем. Как следствие, в этих вариантах процент ее выполнения существенно выше, чем в тех вариантах, в которых эта задача была представлена в следующей, гораздо менее стандартной редакции.

31 В опыте по изучению фотоэффекта свет частотой $\nu = 6,1 \cdot 10^{14}$ Гц падает на поверхность катода, в результате чего в цепи возникает ток. График зависимости силы тока I от напряжения U между анодом и катодом приведён на рисунке. Какова мощность падающего света P , если в среднем один из 20 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



К решению этой редакции задачи экзаменуемые приступали существенно реже. Если в первой редакции ошибки носили, как правило, технический характер, то при решении задачи в более сложной редакции экзаменуемые ошибались при написании формул для мощности излучения (пытались использовать формулы мощности постоянного тока), не видели связи силы тока насыщения с количеством фотонов, падающих на катод в единицу времени.

Наименьший процент третьей проверки по этой задаче (8 %) обусловлен указанными факторами: в первой части вариантов эксперты имели дело со стандартным решением стандартной задачи, а во второй части вариантов решений этой задачи было немного.

4. КАЧЕСТВО РАБОТЫ ЧЛЕНОВ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ

В 2017 году предметная комиссия по физике насчитывала 123 активных эксперта, из них 121 человек работал на экзаменах, что составляет 98,4 %. Два эксперта не пришли на проверку работ по причине болезни.

Процент явки активных экспертов для работы на экзамене по физике стабильно высок. Соответствующие цифры представлены в таблице 22.

Таблица 22

**Работа предметной комиссии по физике в 2017 году
по сравнению с предыдущими годами**

Год	Зарегистрировано активных экспертов	Явилось	
		Чел.	%
2013	144	143	99
2014	144	143	99
2015	139	134	96
2016	130	127	98
2017	123	121	98

Проверка заданий с развернутым ответом основного экзамена (07.06.17) осуществлялась в течение двух рабочих дней (08–09.06.17). Для проверки работ досрочного этапа весной и дополнительного экзамена в июне привлекалось ограниченное количество экспертов (от 2 до 26 человек). Члены федеральной предметной комиссии в составе 26 человек принимали участие в проверке работ зарубежных школ и перепроверке экзаменационных работ других регионов Российской Федерации.

Распределение членов предметной комиссии по статусам представлено в таблице 23.

Таблица 23

Статус экспертов РПК по физике в 2017 году по сравнению с 2015 и 2016 годами

Год	Общая численность ПК, чел.	Кол-во ведущих экспертов	Кол-во старших экспертов	Кол-во основных экспертов	Кол-во федеральных экспертов
2015	139	7	22	110	26
2016	130	9	32	89	26
2017	123	8	51	64	26

Увеличение числа старших экспертов обусловлено тем, что в ходе подготовки к работе на экзамене индивидуальные показатели большего по сравнению с прошлыми годами количества экспертов соответствовали значениям, необходимым для присвоения этого статуса.

Основные количественные показатели работы региональной предметной комиссии представлены в таблице 24.

Таблица 24

Основные количественные показатели работы предметной комиссии на основном экзамене по физике в 2017 году по сравнению с 2015 и 2016 годами

Показатели работы предметной комиссии	Основной день 11.06.2015		Основной день 20.06.2016		Основной день 07.06.2017	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Всего работ	5949	100	6224	100	5776	100
Из них пустые (не требовали проверки)	1240	21	1421	23	1251	22
Количество работ, проверенных третьим экспертом	428	7,19	461	7,41	354	6,13

В таблице 25 дано сравнение основных показателей работы предметной комиссии по всем экзаменационным дням 2017 года.

Таблица 25

Основные количественные показатели работы предметной комиссии на всех экзаменах по физике в 2017 году

Показатели работы предметной комиссии	Основной день 05.04.2017		Дополнительный день 12.04.2017		Основной день 07.06.2017		Дополнительный день 21.06.2017		Резервный день 01.07.2017		ВСЕГО	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Всего работ	223	100	16	100	5776	100	507	100	53	100	6575	100
Из них пустые (не требовали проверки)	109	49	5	31	1251	22	267	53	33	62	1665	25
Количество работ, проверенных третьим экспертом	6	2,69	0	0	354	6,13	11	2,17	1	1,89	372	5,65

В 2017 году несколько уменьшилось количество проверяемых работ и процент пустых бланков. Несмотря на увеличившийся объем экспертной деятельности (уменьшился процент «пустых» работ), процент экзаменационных работ, потребовавших третьей проверки, уменьшился, в 2017 году он составил 5,65 (6,13 % на основном экзамене). Это минимальный показатель за все годы работы предметной комиссии по физике в Санкт-Петербурге. Можно предпо-

ложить, что это во многом обусловлено проведенной системной работой по согласованию подходов к оцениванию при подготовке к экзамену, а также отработанной процедурой оперативного согласования непосредственно перед проверкой и в ходе нее.

Работы на третью проверку ушли от всех работавших на экзаменах экспертов. При этом у 17 экспертов серьезных ошибок при третьей проверке не выявлено (расхождение с третьим экспертом — не более чем в один балл). У семи членов ПК расхождений с третьим экспертом нет вообще. У девяти членов ПК процент ошибок больше, чем в среднем по ПК. Поскольку серьезных претензий к ним в предыдущие годы не было, они останутся членами ПК, но их деятельность будет дополнительно контролироваться.

Из 354 работ, ушедших на третью проверку на основном экзамене, 336 работ содержат ошибку в одном задании, 17 работ — ошибки в двух заданиях, одна работа — с ошибками в трех заданиях.

Анализ третьей проверки показал, что в 47,5 % случаев третий эксперт не согласился ни с одним из экспертов первой и второй проверок и занял промежуточную позицию. В 52,5 % случаев третий эксперт принял сторону одного из экспертов, считая мнение другого ошибочным. В 5,2 % работ выявлены технические ошибки, что несколько меньше, чем в прошлом году (6,9 %).

Максимальный процент ошибок эксперта в 2017 году составил 2,2. Процент ошибок в 1,5 и более процентов — у девяти экспертов, о которых сказано выше. Максимальное количество расхождений за всю работу — шесть баллов — обнаружено в четырех работах. (В прошлом году работ с расхождением в 6–10 баллов было 14.)

Основные проблемы оценивания, выявленные в ходе третьей проверки:

1. Смысловые ошибки:

– *Отход от обобщенных критериев.*
– *Нежелание (или неумение) разобраться в оригинальном решении, которое существенно отличается от авторского решения ФИПИ.*

2. Технические ошибки:

– *Невнимательность или небрежность эксперта:* перепутал номера задач или не заметил неверно указанный экзаменуемым номер; «не заметил» задачу; ошибся при переносе оценки с черновика в протокол проверки.

Распределение третьих проверок по задачам представлено в таблице 26 и, с нашей точки зрения, вполне ожидаемо.

Таблица 26

Распределение количества работ, отправленных на третью проверку, между проверяемыми экспертами задачами

Номер задания с развернутым ответом	27	28	29	30	31
Доля в третьей проверке	50 %	20 %	12 %	10 %	8 %

Наибольшие затруднения при проверке, как и в предыдущие годы, вызвала качественная задача. Проблемные ситуации, возникшие при оценивании каждой из расчетных задач, описаны в предыдущей главе.

Разногласия с третьим экспертом в 2 и 3 балла однозначно говорят об ошибке одного из экспертов. Данные анализа показывают, что наибольшее количество случаев третьей проверки соответствует именно таким смысловым ошибкам. Это тот резерв уменьшения количества работ, отправленных на третью проверку, который может быть реализован путем дальнейших усилий по повышению квалификации экспертов.

Разногласия с третьим экспертом в один балл, как правило, соответствуют действительно сложным, неоднозначным ситуациям оценивания. К сожалению, критерии оценивания носят обобщенный характер и не могут охватить все возможные ситуации. Практика работы на экзамене показала, что разногласия между экспертами в один балл полностью устранены быть не могут. Тем не менее, есть необходимость в продолжении методической и учебной работы, направленной на сокращение количества расхождений оценок экспертов на один балл за задание.

Все спорные ситуации оценивания проанализированы и в обязательном порядке будут включены в содержание практикумов при подготовке экспертов к работе на экзамене 2018 года.

Еще один резерв уменьшения процента работ, требующих третьей проверки — снижение количества технических ошибок. Как правило, эти ошибки обусловлены плохим самочувствием или усталостью экспертов, и такие факторы невозможно устранить полностью. Тем не менее, в программах повышения квалификации экспертов предусмотрены тренинги на правильность заполнения протоколов оценивания.

Результаты анализа работы региональной предметной комиссии по физике в 2017 году еще раз подтверждают, что работа экспертов-физиков традиционно стабильна и профессиональна.

С 2012 года 26 ведущих и старших экспертов по физике Санкт-Петербурга являются членами Федеральной предметной комиссии по проверке экзаменационных работ. В 2017 году они успешно продолжили свою деятельность по проверке работ учащихся зарубежных школ и перепроверке высокобалльных работ из других регионов Российской Федерации. Постоянство состава федеральных экспертов в течение ряда лет свидетельствует о высоком качестве их работы. В следующем году предполагается расширить состав ФПК в связи с тем, что с 2017 года федеральные эксперты привлекались к перепроверке работ не только ЕГЭ, но и работ ОГЭ.

5. АНАЛИЗ ПРИЧИН УДОВЛЕТВОРЕНИЯ АПЕЛЛЯЦИЙ

По итогам всех экзаменов в Конфликтную комиссию поступило 86 заявлений о несогласии с выставленными баллами по ЕГЭ по физике. Это составляет 1,3 % от общего числа участников экзамена.

В таблице 27 приведены статистические данные о результатах работы Конфликтной комиссии по физике.

Таблица 27

**Количество поданных и удовлетворенных апелляций
по результатам ЕГЭ по физике в 2017 году
в сравнении с аналогичными показателями предыдущих лет**

Год	Всего апелляций	Из них удовлетворено				Из них отклонено
		всего	с повышением	без изменения	с понижением	
2011	65	16 (24,6 %)	15 (93,8 %)	0 (0 %)	1 (6,2 %)	49 (75,4 %)
2012	117	19 (16,2 %)	10 (52,6 %)	1 (5,3 %)	8 (42,1 %)	98 (83,8 %)
2013	51	10 (19,6 %)	9 (90 %)	1 (10 %)	0 (0 %)	41 (80,4 %)
2014	86	11 (12,8 %)	10 (90,9 %)	0 (0 %)	1 (9,1 %)	75 (87,2 %)
2015	58	27 (46,6 %)	27 (100 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	31 (53,4 %)
2016	40	14 (35,0 %)	10 (71,4 %)	3 (21,4 %)	1 (7,2 %)	26 (65,0 %)
2017	86	21 (24,4 %)	9 (42,9 %)	1 (4,8 %)	4 (19,0 %)	65 (75,6 %)

У семи апеллянтов (33,3 %) результаты были изменены в связи с обнаружением только технических ошибок.

Следует отметить, что возможность увидеть образ своей работы в Интернете привела к тому, что отсеялись те участники экзамена, которые просто хотели узнать свои ошибки. Тем не менее, говорить о последовательном снижении количества апеллянтов не приходится.

Как и в прошлые годы, процент удовлетворенных апелляций невелик. При этом треть удовлетворенных апелляций связана с выявленными техническими ошибками.

Минимальное изменение — 0 баллов при удовлетворенной апелляции (в одной работе за одно задание балл повышен, за другое — понижен). Все повышения обусловлены наличием спорной ситуации оценивания, в которой решение принималось в пользу апеллянта. Понижение баллов было только в случаях очевидной ошибки экспертов. Например, в экзаменационной работе присутствовали расчетные задачи, требующие для решения много формул. По обобщенным критериям оценивания отсутствие более одной формулы ведет к нулевому результату за задание. У некоторых экспертов «рука не поднялась» поставить ноль за задание, в котором экзаменуемый проделал достаточно большой объем осмысленной работы. Сами апеллянты тоже не смогли соотнести свое решение с критериями.

Максимальное повышение — два балла за одну работу (в одной работе повышение в один балл за каждое из двух заданий).

Основные группы причин удовлетворения апелляций, как и в предыдущие годы:

1. *Технические ошибки.* Введение в экзаменационную работу заданий с самостоятельной записью ответа привело к некоторому увеличению количества технических ошибок, а именно к неправильному распознаванию ответа компьютером.

2. *Неумение экзаменуемых аккуратно и четко оформлять решение задачи.* К сожалению, во многих работах задачи оформлены очень небрежно, не выделены начало (номер, «дано») и конец решения (ответ), нет пояснения вводимых обозначений, отсутствуют поясняющие чертежи, единицы измерения величин и т. д. Часто представленное решение больше похоже на наспех сделанный набросок черновика. Неразборчивость и хаотичность записей приводит к тому, что эксперту трудно увидеть логику решения задачи, а подчас и просто заметить решение.

3. *Ошибки экспертов.* Осознанный или по невнимательности отход от обобщенных критериев оценивания.

4. *Специфика обобщенных критериев оценивания.* Практика применения обобщенных критериев показывает, что расхождения в один балл распространены и неизбежны. При этом каждый из экспертов, как правило, может обосновать свое мнение с помощью соответствующего критерия или дополнительных методических рекомендаций ФИПИ. Конфликтная комиссия считала возможным принимать решение в пользу экзаменуемого во всех случаях, где это не противоречит обобщенным критериям оценивания.

5. *Незнание или непонимание участником ЕГЭ обобщенных критериев оценивания заданий с развернутым ответом.* Перед подачей апелляции работа не соотносится с обобщенными критериями оценивания на предмет возможности изменения баллов. В этом нам видится недоработка школьных учителей при подготовке учащихся к экзамену.

В ходе апелляционных процедур серьезных ошибок экспертов не выявлено: баллы по содержанию решений задач с развернутым ответом были изменены только в 16 % работ, перепроверенных в ходе апелляции. Подавляющее число апелляций касались качественной задачи (№ 27), задач по механике (№ 28) и по электромагнетизму (№ 30).

Следует отметить, что апелляции проходили в доброжелательной обстановке, практически все апеллянты после соотнесения с критериями осознавали объективность выставленных им баллов. По-настоящему конфликтных ситуаций, жалоб на работу экспертов не было.

Традиционно высокий процент отклоненных апелляций дополнительно свидетельствует о высоком качестве работы региональной предметной комиссии.

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ФИЗИКЕ С УЧЕТОМ ВЫЯВЛЕННЫХ В ХОДЕ ЭКЗАМЕНА ПРОБЛЕМ И ЗАТРУДНЕНИЙ

Контрольные измерительные материалы ЕГЭ по физике соответствуют действующим образовательным стандартам для профильного уровня обучения. Поэтому данные методические рекомендации в полной мере могут быть реализованы в тех образовательных учреждениях, в которых изучение предмета в старшей школе организовано на профильном уровне (не менее пяти часов в неделю). Учебные планы с меньшим количеством часов позволяют реализовывать данные рекомендации только в части подготовки школьников к выполнению заданий базового уровня сложности.

В любом случае требования образовательного стандарта являются для учителя главным ориентиром по отбору педагогических технологий, позволяющих эффективно осуществлять учебную работу в классе и создающих предпосылки для успешной подготовки к экзамену. И это прежде всего педагогические технологии, позволяющие полноценно организовывать самостоятельную познавательную и исследовательскую деятельность учащихся.

Первая предпосылка эффективности учебного процесса — его грамотное планирование. На этом этапе рекомендуется:

- Внимательно проанализировать учебно-тематические планы с целью сбалансировать время, отводимое на изучение разных тем. Как показывают результаты ЕГЭ, практически по всем видам деятельности существует тенденция более высоких результатов выполнения заданий по механике, чем заданий по квантовой физике и последним темам электродинамики («Электромагнитные колебания и волны», «Оптика») при одинаковом уровне их сложности. Возможно, существующий перекоп обусловлен не столько ошибками планирования, сколько несоблюдением намеченных при планировании сроков изучения тем.

- На разных этапах обучения предусмотреть время для проведения промежуточного, итогового и обобщающего повторения. При его планировании целесообразно обратить внимание на вопросы, которые изучаются точно, не востребованы при освоении последующих тем. При выполнении экзаменационной работы учащимся очень важно выдерживать временной регламент, быстро переключаться с одной темы на другую. Это еще один нюанс, который следует иметь в виду при организации системного повторения.

При подготовке к выполнению заданий экзаменационной работы важно обращать внимание на необходимость включения в текущую работу с учащимися заданий разных типологических групп, классифицированных

- ◆ по структуре;
- ◆ по уровню сложности (базовый и повышенный);
- ◆ по разделам курса физики («Механика», «МКТ и термодинамика», «Электродинамика», «Квантовая физика»);

♦ по проверяемым умениям (владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики: знание и понимание смысла понятий; смысла физических величин; смысла физических законов, принципов, постулатов; умение описывать и объяснять физические явления и свойства тел, результаты экспериментов; владение основами знаний о методах научного познания; умение решать задачи различного типа и уровня сложности; использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни);

♦ по способам представления информации (словесное описание, график, формула, таблица, рисунок, схема, диаграмма).

В методических рекомендациях ФИПИ и в отчетах предметной комиссии по физике Санкт-Петербурга в течение последних нескольких лет выделены следующие темы, методика преподавания которых нуждается в совершенствовании: «Статика», «Насыщенные пары и влажность воздуха», «Механические и электромагнитные колебания и волны».

При этом выпускники, как правило, помнят основные законы и формулы, но затрудняются при выполнении смысловых действий, требующих понимания механизмов явлений и процессов. Например, выпускники умеют записывать условия равновесия твердых тел, но затрудняются в расстановке сил (особенно сил реакций опор) и определении значений моментов этих сил. В задачах, где используется модель «насыщенного пара» или рассматриваются колебательные системы, трудности возникают на уровне понимания механизмов описываемых явлений и процессов. В этой связи рекомендуется дополнить предлагаемые учащимся дидактические материалы подборками несложных качественных заданий, позволяющих проверить понимание особенностей процессов и явлений. Полезно также составлять систему упражнений, направленных на тренировку выполнения отдельных шагов стандартных алгоритмов: например, для механики — определение взаимодействующих тел, расстановка сил, сложение нескольких векторов, вычисление моментов сил, написание закона сохранения импульса и энергии; для молекулярной физики и термодинамики — определение давления газа, написание уравнения Менделеева-Клапейрона, первого начала термодинамики и т. п. При формировании такой системы упражнений целесообразно опираться на перечисленные выше типичные ошибки и затруднения при выполнении заданий по разным темам и разного уровня сложности.

Важным этапом подготовки ученика к экзамену должно стать использование учителем в текущей работе тех подходов к оцениванию расчетных задач, которые применяются экспертами при проверке заданий с развернутым ответом.

Критериальное оценивание решения задачи с развернутым ответом позволяет ученику получить один или два балла и в том случае, когда решение не доведено до конца. Необходимо поощрять школьников записывать решение задачи, даже когда оно не закончено, не проведен числовой расчет или результат вызывает сомнение.

Общепринятые алгоритмы решения физических задач подразумевают получение итоговой формулы для расчета искомой величины в общем виде. Итоговая формула, записанная в общем виде, не только облегчает проведение числового расчета, но и дает возможность провести проверку размерности искомой величины и позволяет обнаружить возможную ошибку в решении или преобразованиях. Однако на экзамене допускается решение расчетной задачи по действиям. В этом случае за счет слишком грубого округления промежуточных результатов вычислений становится возможным значимое расхождение окончательного результата с правильным числовым ответом. Поэтому целесообразно настойчиво приучать школьников пользоваться общепринятыми алгоритмами решения задач, формирующими общую методологическую культуру выпускников, а при решении задач по действиям проводить округление промежуточных результатов по правилам математики.

Обобщенные критерии оценивания расчетных задач требуют введения обозначений используемых в решении величин и четкую запись ответа с единицами измерения физической величины. Эти требования необходимо в повседневной работе соблюдать неукоснительно, доводя до автоматизма.

К сожалению, эксперты отмечают, что в работах учащихся часто встречаются случаи:

- использования одной буквы при обозначении разных физических величин;
- необоснованного переобозначения физических величин в ходе решения задачи;
- отсутствия описания вводимых физических величин;
- записи ответа без указания единиц измерения физических величин.

Это или приводит к ошибкам или не позволяет оценить решение высоким баллом даже при получении правильного ответа.

С 2015 года в кодификатор экзаменационной работы введен дополнительный раздел, в котором приведен список формул, запись которых рассматривается как стандартная. Этот шаг направлен на то, чтобы облегчить учащимся процесс оформления экзаменационной работы и, как следствие, уменьшить при оценивании количество спорных ситуаций, с которыми сталкиваются эксперты региональных предметных комиссий. Приведенные в кодификаторе формулы и обозначения физических величин рассматриваются в качестве стандартных и не требуют дальнейших комментариев, в том числе и описания обозначений величин, входящих в эти формулы. Поэтому целесообразно использование в повседневной учебной работе именно той формы записи и именно тех буквенных обозначений физических величин, которые используются в кодификаторе. При этом в целом ряде случаев все-таки требуются дополнительные комментарии к обозначениям (например, если в задаче рассматриваются одновременно несколько объектов или процессов). Поэтому важно, чтобы в самом начале изучения предмета учителем были установлены четкие, внятные и разумные правила оформления решения качественных и расчетных задач. Эти правила должны быть стабильными и со-

блюдаваться неукоснительно, а в конечном итоге применяться автоматически, чтобы боязнь «недооформить» работу не становилась дополнительным стрессовым фактором на экзамене.

В представленном в кодификаторе списке перечислены формулы, которые могут использоваться при решении задач как исходные, не требующие вывода. Все другие формулы должны быть получены из исходных в ходе решения задачи (даже если в каких-то учебниках эти формулы приводятся в текстах параграфов без выводов). В случае использования в качестве исходной формулы, требующей вывода, оценка за правильно решенную задачу снижается на один, а иногда и на два балла. Очевидно, что тратить время на экзамене на то, чтобы вспоминать, требует ли та или иная формула вывода, затруднительно. Поэтому целесообразно изначально при решении любой задачи требовать от ученика максимально полной и подробной записи решения, чтобы это стало привычкой.

Одним из важнейших условий успешной сдачи экзамена в письменной форме является умение грамотно выражать свои мысли, то есть владение устной речью. Устное прочтение задачи, перечисление опорных фактов, выделение ключевых слов, выявление «главного» явления, формулирование гипотез, догадок, умозаключений с обоснованием — все это должно прозвучать в устной речи, прежде чем быть записанным. Учащиеся «не любят писать», поэтому записывать нужно только то, что нужно и важно записать в данном конкретном случае: лаконично, точно и четко. Пространное и невнятное первоначальное рассуждение или обоснование только после уточнения и коррекции приобретает черты научного изложения проблемы. Поэтому подготовка к государственной итоговой аттестации в качестве обязательного элемента должна включать в себя формирование грамотной устной речи.

Особое внимание следует обратить на обучение решению качественной задачи и его записи. Решение качественной задачи подразумевает не только формулировку правильного ответа, но и выстраивание строгой и четкой логики его обоснования. На уроках при решении качественных задач следует обязательно требовать от учеников проведения анализа условия задачи, выделения ключевых слов, выявления физических явлений, их закономерностей и законов, грамотного использования физических терминов. Полезно применять структурно-логические схемы, графики, рисунки и другие элементы наглядности для предварительной записи цепочки рассуждений при подготовке к устному или письменному ответу на вопрос задачи. Важно постоянно помогать учащимся после устного обсуждения задачи составлять лаконичную, но полную и обоснованную запись ее решения.

Необходимо подчеркнуть также важность соблюдения единого орфографического режима. Часто при записи решения физических задач учащиеся делают большое количество лексических и орфографических ошибок, затрудняющих понимание написанного.

Для подготовки учащихся к выполнению заданий, проверяющих сформированность методологических умений, рекомендуется сделать акценты на вопросы, которые приучают школьников:

- ♦ оценивать соответствие выводов имеющимся экспериментальным данным;
- ♦ определять, достаточно ли экспериментальных данных для формулировки вывода;
- ♦ интерпретировать результаты опытов и наблюдений на основе известных физических явлений, законов и теорий;
- ♦ устанавливать условия применимости физических моделей в предложенных ситуациях.

Повышение результатов при выполнении заданий такого типа возможно только при расширении спектра фронтального эксперимента с предпочтением лабораторных работ исследовательского характера. Формирование умений проводить измерения и опыты, интерпретировать их результаты и делать соответствующие выводы возможно только в ходе эксперимента на реальном физическом оборудовании. При этом в процессе обучения важно проводить обсуждение полученных результатов на всех этапах проведения школьного натурального физического эксперимента.

Теоретическое натаскивание учащихся на задания по методологии, не подкрепленное систематической исследовательской работой с реальным физическим оборудованием, никогда не приведет к устойчивому положительному результату.

Особое внимание необходимо уделять формированию у учащихся методологической культуры решения расчетных физических задач. Этот вид деятельности наиболее важен для успешного продолжения образования. В экзаменационной работе проверяются умения применять физические законы и формулы, как в типовых учебных ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов действий или создании собственного плана выполнения задания. Фундамент для формирования этих умений закладывается в основной школе и постепенно надстраивается в течение всех лет изучения физики.

Задачи высокого уровня сложности часто являются задачами с нетрадиционным контекстом или задачами, в которых в явном виде не задана физическая модель. Успешное решение таких задач возможно только в том случае, когда подготовка учащихся проводилась не по принципу демонстрации как можно большего числа «типовых моделей», а при условии тщательной смысловой работы с каждой задачей, направленной на обучение школьников общим методам решения задач, формирование у них основ методологической культуры. Выпускники, получившие на экзамене высокие результаты, как правило, по собственной инициативе комментируют выбор модели и уравнений для решения задачи, демонстрируя тем самым понимание физической сути описываемых в задаче явлений и процессов.

Многие ошибки выпускников при решении физической задачи обусловлены неумением грамотно проводить элементарные математические операции, связанные с преобразованием математических выражений, действиями со сте-

пенями, чтением графиков и др. Очевидно, что решение этой проблемы для учителя-физика невозможно без систематического использования на уроках упражнений, направленных на применение стандартных и необходимых математических операций в условиях физического контекста.

При подготовке к экзамену, безусловно, могут быть полезны специальные пособия, а также задания из открытого сегмента банка заданий ЕГЭ. В открытом сегменте очень широко представлены задания с выбором ответа, которые в 2017 году вообще исключены из экзаменационных работ. При этом количество заданий с кратким числовым ответом, заданий на соответствие и особенно заданий на множественный выбор явно недостаточно. Тем не менее, задания с выбором ответа могут быть по-прежнему полезны в ходе подготовки к экзамену. Их можно использовать, отбросив (прикрыв) предложенные варианты ответов. После получения собственного результата с целью самоконтроля или анализа типичных ошибок к предложенным вариантам ответов можно вернуться (открыть их). Очень полезной считаем процедуру самостоятельного конструирования учащимися заданий на установление соответствия или множественный выбор на основе заданий другой структуры. Это отдельная самоценная творческая работа.

Тем не менее, не следует ориентироваться исключительно на пособия для подготовки к ЕГЭ в ущерб традиционным задачникам: банк КИМ регулярно пополняется именно за счет традиционных абитуриентских задач.

В завершение подчеркнем: примеры успешных с точки зрения результатов ЕГЭ школ убедительно доказывают, что залог успеха на ЕГЭ — системное и глубокое физическое образование. Без этого фундамента практика специального предэкзаменационного натаскивания обречена на весьма ограниченный успех. Поэтому все основные идеи этих рекомендаций, учитывая результаты конкретных экзаменационных процедур, направлены, по сути, на повышение качества обучения физике в основной и старшей школе и выполнения в полном объеме требований ФГОС.

7. ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

7.1. Перечень элементов содержания, умений и видов деятельности, усвоение которых школьниками региона в целом можно считать достаточным

Подробный анализ уровня выполнения заданий дан выше. В 2017 году в Санкт-Петербурге экзаменационная работа выполнена достаточно ровно, заданий, уровень выполнения которых можно считать «провальным», не выявлено. Лучшее всего, с существенным «запасом прочности» выполнены следующие задания первой части экзаменационной работ (см. таблицу 28).

Таблица 28

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания и умения	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения
1	Прямолинейное равномерное движение, прямолинейное равноускоренное движение: умение определять характер движения по графику зависимости модуля скорости от времени и рассчитывать пройденный путь	Базовый	72,75 %
2	Сила трения: умение определять коэффициент трения скольжения по графику зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления	Базовый	76,32 %
3	Закон сохранения механической энергии: умение применять закон сохранения механической энергии для вертикального движения под действием силы тяжести в отсутствие трения	Базовый	76,39 %
4	Условие равновесия твердого тела: умение применять правило моментов при описании равновесия неравноплечного рычага	Базовый	74,30 %
5	Горизонтальные механические колебания: умение интерпретировать результаты опыта, представленные в виде таблицы	Повышенный	88,64 %
6	Условие равновесия плавающего на поверхности жидкости твердого тела: умение анализировать изменение физических величин в ходе процесса	Базовый	81,25 %
7	Движение тела под действием силы тяжести, брошенного под углом к горизонту с начальной высоты: умение определять характер изменения физических величин в ходе процесса	Повышенный	78,47 %
11	Уравнение состояния идеального газа: умение интерпретировать результаты опыта, представленные в виде графика	Повышенный	88,48 %
12	Графики изменения агрегатных состояний вещества: умение определять характер изменения физических величин в ходе процессов	Базовый	90,16 %
16	Электромагнитная индукция: умение интерпретировать результаты опыта, представленные в виде графика	Повышенный	84,71 %
17	Свойства изображения в тонкой линзе: умение анализировать изменение физических величин в ходе процесса	Базовый	83,34 %
18	Постоянный ток, сила тока, сопротивление, напряжение, мощность тока, работа тока: умение сопоставлять физические величины формулам для их расчета	Базовый	84,80 %
21	Законы фотоэффекта: умение анализировать изменение физических величин в ходе процесса	Базовый	75,79 %

22	Измерение физических величин: умение определить показания прибора с учетом погрешности прямого измерения	Базовый	76,12 %
23	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент	Базовый	79,23 %

7.2. Перечень элементов содержания, умений и видов деятельности, усвоение которых школьниками региона в целом нельзя считать достаточным

Уровень выполнения всех заданий первой части экзаменационной работы в 2017 году выше значений, свидетельствующих о полном усвоении соответствующих элементов содержания и проверяемых умений. Тем не менее, в ряде заданий средний или обобщенный процент выполнения ниже, чем в других (см. таблицу 29).

Таблица 29

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания и умения	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения по региону
8	Связь между средней кинетической энергией теплового движения молекул идеального газа и абсолютной температурой: умение применять имеющиеся знания для решения простейших расчетных задач	Базовый	54,08
9	Первое начало термодинамики, внутренняя энергия идеального одноатомного газа: умение применять первое начало термодинамики к изопроцессам Особенность: в задаче присутствуют лишние данные, в том числе заданные с помощью графика	Базовый	62,84
10	Свойства насыщенного пара: умение описывать изменение давления пара в закрытом сосуде при изменении его объема при постоянной температуре	Базовый	69,75
13	Взаимодействие точечных зарядов, суперпозиция сил, второй закон Ньютона: умение определять направление ускорения заряда, движущегося под действием нескольких кулоновских сил	Базовый	68,74
14	Определение силы тока: умение применять знания при решении простейших расчетных задач	Базовый	56,98
15	Изменение энергии в ходе электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре: умение сравнивать периоды колебаний энергий в колебательном контуре	Базовый	64,81
19	Нуклонная модель ядра, изотопы: умение рассчитывать протонно-нейтронный состав ядра с опорой на таблицу Д. И. Менделеева	Базовый	61,88

20	Закон радиоактивного распада: умение рассчитать долю распавшихся или нераспавшихся ядер через определенный промежуток времени	Базовый	69,37
----	---	---------	-------

Результаты экзамена 2017 года подтверждают выводы, сделанные при анализе результатов экзаменов в прошлые годы, о том, что наибольшие затруднения у учащихся вызывают задания:

- по тем темам школьного курса физики, которые изучаются преимущественно в основной школе и не всегда хорошо повторяются в старшей;
- по тем темам школьного курса физики, которые изучаются «точечно»: их содержание не оказывается востребованным для повторения при освоении других тем.

А также:

- нестандартно сформулированные задания или задания, содержащие нестандартные элементы;
- задания, требующие анализа формул и законов в общем виде, без числовых расчетов;
- задания, при выполнении которых необходимо соотнести информацию из нескольких источников и представленную в разных формах (вербально, с помощью одного или нескольких графиков, таблицы, схемы);
- новые задания, аналоги которых отсутствуют в пособиях по подготовке к экзамену.

Анализ уровня выполнения заданий второй части экзаменационной работы показывает, что две из трех расчетных задач (механика и молекулярная физика) с кратким ответом выполнены лучше, чем в прошлом году. Третья задача выполнена хуже, но в 2017 году это была задача по волновой оптике (электродинамика), а в 2016 году — по фотоэффекту (квантовая физика). Задания по волновой оптике традиционно являются проблемными.

Анализ типичных ошибок, допущенных экзаменуемыми, и трудности, возникшие в ходе оценивания заданий с развернутым ответом, подробно рассмотрены выше.

7.3. Изменения успешности выполнения заданий разных лет по одной теме

Провести сравнение успешности выполнения схожих заданий в полной мере не представляется возможным, так как, во-первых, КИМ 2017 года существенно отличаются от КИМ 2016 года по структуре заданий, а во-вторых, перечень проверяемых элементов содержания в разные годы тоже различен.

В таблице 30 проведены некоторые параллели между процентом выполнения разных заданий в 2017 и 2016 годах в тех случаях, где это возможно.

Таблица 30

Обозначение задания в работе 2017 года	Проверяемые элементы содержания и умения в 2017 году	Средний процент выполнения в 2017 году	Проверяемые элементы содержания и умения в 2016 году	Средний процент выполнения в 2016 году
1	Прямолинейное равномерное движение, прямолинейное равноускоренное движение: умение определять характер движения по графику зависимости модуля скорости от времени и рассчитывать пройденный путь	72,8	Прямолинейное равномерное движение: умение находить скорость равномерного прямолинейного движения по графику зависимости пути от времени	85,5
2	Сила трения: умение определять коэффициент трения скольжения по графику зависимости силы трения скольжения от силы нормального давления	76,3	Сила тяжести: умение определять силу тяжести в разных условиях движения	72,6
3	Закон сохранения механической энергии: умение применять закон сохранения механической энергии для вертикального движения под действием силы тяжести в отсутствие трения	76,4	Закон сохранения механической энергии: умение решать расчетные стандартные задачи на применение закона сохранения энергии при наличии ее потерь	56,9
5	Горизонтальные механические колебания: умение интерпретировать результаты опыта, представленные в виде таблицы	88,6	Горизонтальные механические колебания: умение установить соответствие между величинами, описывающими колебательное движение, и формулами, выражающими зависимость этих величин от времени	52,4
6	Условие равновесия плавающего на поверхности жидкости твердого тела: умение анализировать изменение физических величин в ходе процесса	81,3	Гидростатика: умение решать стандартные расчетные задачи на определение давления и силы давления жидкости на дно сосуда	41,0
8	Связь между средней кинетической энергией теплового движения молекул идеального газа и абсолютной темпе-	54,1	Модель идеального газа: умение определять существенные признаки модели	55,4

	ратурой: умение применять имеющиеся знания для решения простейших задач			
9	Первое начало термодинамики, внутренняя энергия идеального одноатомного газа: умение применять первое начало термодинамики к изопроцессам Особенность: в задаче присутствуют лишние данные, в том числе заданные с помощью графика	62,8	Термодинамика: умение установить соответствие между физическими величинами, характеризующими газ, и формулами, выражающими их зависимость от одного из термодинамических параметров	73,7
11	Уравнение состояния идеального газа: умение интерпретировать результаты опыта, представленные в виде графика	88,5	Уравнение состояния идеального газа: умение определять характер изменения физической величины по диаграмме состояний идеального газа в ситуации, когда это изменение не читается по графику в явном виде	65,4
13	Взаимодействие точечных зарядов, суперпозиция сил, второй закон Ньютона: умение определять направление ускорения заряда, движущегося под действием нескольких кулоновских сил	68,7	Взаимодействие точечных зарядов: умение решать качественные задачи на взаимодействие электризованных тел	69,2
15	Изменение энергии в ходе электромагнитных колебаний в идеальном колебательном контуре: умение сравнивать периоды колебаний энергий в колебательном контуре	64,8	Электромагнитные колебания: умение определить по графику период свободных колебаний в колебательном контуре и установить зависимость периода колебаний от параметров колебательной системы	49,7
18	Постоянный ток, сила тока, сопротивление, напряжение, мощность тока, работа тока: умение сопоставлять физические величины формулам для их расчета	84,8	Законы постоянного тока: умение решать стандартные задачи на расчет электрических цепей постоянного тока со смешанным соединением проводников	53,9
19	Нуклонная модель ядра, изотопы: умение рассчитывать	61,9	Нуклонная модель ядра: умение соотнести схема-	64,1

	протонно-нейтронный состав ядра с опорой на таблицу Д. И. Менделеева		тический рисунок атома и формулу, отражающую строение его ядра	
20	Закон радиоактивного распада: умение рассчитывать долю распавшихся или нераспавшихся ядер через определенный промежуток времени	69,4	Закон радиоактивного распада: умение определять период полураспада по графику зависимости числа нераспавшихся ядер от времени	77,6
21	Законы фотоэффекта: умение анализировать изменение величин, описывающих фотоэффект, при изменении условий проведения опыта	75,8	Законы фотоэффекта: умение анализировать изменение величин, описывающих фотоэффект, при изменении условий проведения опыта	56,8

Задания по механике выполнены в целом лучше, чем в прошлом году. Особенно важно, что существенный прогресс отмечен в выполнении заданий по темам, которые в течение ряда лет «западали»: механические колебания и гидростатика.

Практически не изменился процент выполнения заданий, связанных с моделью идеального газа. Задание по термодинамике выполнено в 2017 году несколько хуже, но оно при простоте получения ответа было нестандартно сформулировано, содержало лишние данные.

Задание по электростатике имеет тот же процент выполнения, что и в прошлом году, но является объективно более сложным.

Существенно лучше выполнено задание на электромагнитные колебания в колебательном контуре, хотя оно по сложности превышает аналогичное задание прошлого года: речь идет о периоде колебаний энергии.

Задание на постоянный ток выполнено существенно лучше, чем в прошлом году, но оно является и существенно более простым, носит репродуктивный характер (проверяет знание базовых формул), в то время как в прошлом году требовался расчет цепи постоянного тока при смешанном соединении проводников, то есть проверялось умение применять формулы в стандартной ситуации.

Несколько хуже, чем в прошлом году, выполнены задания по ядерной физике. Но задача по нуклонной модели атома требовала по сравнению с прошлым годом дополнительного рассуждения: определения наиболее распространенного изотопа. В задаче про радиоактивный распад ставился вопрос о доле распавшихся или нераспавшихся ядер. Эти задания традиционно выполняются хуже, чем задачи на определение периода полураспада по графику.

Существенно лучше, чем в прошлом году, выполнено задание по фотоэффекту.

7.4. Предложения по возможным направлениям совершенствования организации и методики обучения школьников в Санкт-Петербурге

Методические рекомендации по учету специфики экзамена в формате ЕГЭ в ходе преподавания учебного предмета даны в предыдущем разделе.

Практически не установлена корреляция между результатами экзамена и выбором УМК, так как выбор у большинства образовательных учреждений одинаковый, а результаты существенно разнятся. Очевидно, что гораздо большее влияние на результат оказывают другие обстоятельства, среди которых в условиях массовой школы, на наш взгляд, главными являются следующие:

- уровень изучения предмета (базовый или профильный);
- качественное преподавание физики не только в старшей, но и в основной школе, поскольку именно на этапе обучения в основной школе закладывается фундамент, обеспечивающий системность физического образования;
- соблюдение требований ФГОС как в части содержания физического образования, так и в части организации обучения.

Поэтому в качестве факторов, которые могли бы существенно повлиять на рост результатов, мы рассматриваем следующие:

- увеличение количества профильных классов;
- развитие и совершенствование процедур итоговой аттестации за курс основной школы (ОГЭ) как средства стимулирования качества преподавания предмета на основной ступени школьного образования;
- усиление внутришкольного контроля качества преподавания предмета: выполнения программ, особенно в части физического эксперимента; владения учителем современными педагогическими технологиями, которые отвечают требованиям ФГОС.

**РЕЗУЛЬТАТЫ
ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА
ПО ФИЗИКЕ
В 2017 ГОДУ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

Аналитический отчет предметной комиссии

Технический редактор – М.П. Куликова

Компьютерная верстка – С.А. Маркова

Материалы сборника публикуются в авторской редакции.

Подписано в печать 01.09.2017. Формат 60x90 1/16
Гарнитура Times, Arial. Усл.печ.л. 3,44. Тираж 100 экз. Зак. 223/2

Издано в ГБУ ДПО «Санкт-Петербургский центр
оценки качества образования и информационных технологий»

190068, Санкт-Петербург, Вознесенский пр., д. 34 лит. А

