КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЦЕНТР
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

РЕЗУЛЬТАТЫ ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА **ПО ФИЗИКЕ** В 2019 ГОДУ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ

ГИА 2019

Санкт-Петербург
2019

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 2019 ГОДУ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ

Санкт-Петербург
2019

УДК 004.9
Р 34

Результаты единого государственного экзамена по физике в 2019 году в Санкт-Петербурге: Аналитический отчет предметной комиссии. – СПб: ГБУ ДПО «СПбЦОКОиИТ», 2019. – 59 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.

© ГБУ ДПО «СПбЦОКОиИТ», 2019

1. ПОДГОТОВКА ЧЛЕНОВ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ К ПРОВЕДЕНИЮ ЕГЭ В 2019 ГОДУ

Процесс подготовки членов предметной комиссии по физике в 2018–2019 учебном году был построен традиционно, на основе отработанного в течение ряда последних лет алгоритма. С 2016 года эксперты ежегодно повышают свою квалификацию по дополнительной профессиональной программе «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта Единого государственного экзамена по физике» объемом 45 часов.

По результатам обучения эксперты сдают квалификационный экзамен. С учетом его результатов эксперту присваивается определённый статус, и он допускается к работе на экзамене в текущем году.

Указанная выше программа ежегодно корректируется с целью учета возможных изменений в нормативно-правовой базе, регламентирующей работу региональных предметных комиссий (РПК). Коррективы могут быть также обусловлены конкретными проблемами, выявленными в работе РПК в ходе прошедшей проверки.

В процессе обучения 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.

Все эксперты имеют 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, которые не смогли успешно справиться с квалификационным экзаменом, не приглашаются на проверку экзаменационных работ.

На сегодняшний день программа «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта Единого государственного экзамена по физике» в полной мере соответствует компетентностному подходу в обучении, опирается на базовые принципы андрагогики. В ней широко применяются интерактивные педагогические технологии, технологии дистанционного обучения. Применение последних позволило существенно индивидуализировать процесс обучения, учесть личностные особенности экспертов, обеспечить комфортный для них темп работы.

Незначительные содержательные изменения в 2019 году были связаны с вступлением в силу обновлённых региональных нормативных актов: «Положение о предметных комиссиях Санкт-Петербурга по проверке ответов участников экзаменов государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования» и «Порядок формирования предметной комиссии по проверке ответов участников экзамена государственной итоговой

аттестации по образовательным программам среднего общего образования», утвержденных распоряжением Комитета по образованию правительства Санкт-Петербурга от 11.03.2019 г. № 671-р.

Основные методические подходы к организации обучения в текущем году существенно не менялись, так как полностью оправдали себя в предыдущие годы: в 2018 году комиссия по физике в Санкт-Петербурге была признана лучшей в своём кластере.

Поскольку результаты проверки 2018 года были лучшими за все время существования предметной комиссии, при подготовке к проверке 2019 года не планировалось и не проводилось отчисления экспертов за неудовлетворительные индивидуальные результаты. На обучение в 2019 году были приглашены 120 человек: 113 человек были допущены к проверке работ 2018 года, 7 экспертов в предыдущем году воспользовались правом на возможный годичный перерыв в работе. В текущем году правом на годичный перерыв воспользовались 6 человек, трое покинули РПК окончательно. Таким образом, к проверке на экзамене 2019 года были допущены 111 экспертов, успешно прошедших обучение и сдавших квалификационные испытания.

Явка экспертов, допущенных к участию в проверке, стабильно высокая: 109 человек из 111 (98,2 %). Три эксперта не участвовали в проверке основного экзамена (один — как родитель выпускника, участвовавшего в основном экзамене, один — в связи с болезнью и один — как руководитель ППЭ, два последних не смогли принять участие в проверке и в дополнительные сроки).

По итогам квалификационных испытаний с учетом индивидуальных достижений при проверке экзаменационных работ прошлых лет всем экспертам был присвоен соответствующий статус: 3 эксперта получили статус «ведущий эксперт» (3 — в прошлом году), 29 — «старший эксперт» (45 — в прошлом году) и 79 — «основной эксперт» (65 — в прошлом году). Уменьшение количества старших экспертов обусловлено в первую очередь ужесточением требований к выпускному квалификационному экзамену.

2. СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ СОГЛАСОВАННОСТИ ОЦЕНИВАНИЯ

Состав комиссии по физике достаточно многочислен и разнообразен (табл. 1).

Таблица 1

Основное место работы	Кол-во членов ПК	% от общего состава ПК
Учителя общеобразовательных организаций	72 человека	64,9
Преподаватели вузов	22 человека	19,8

Преподаватели сузов (учреждений СПО)	1 человек	0,9
Специалисты институтов повышения квалификации / институтов развития образования	7 человек	7,2
Другое (указать, что именно):	Преподаватели ОО подчинения МО и МВД РФ, реализующих программы среднего общего образования: 6 человек; временно не работающие пенсионеры: 3 человека	7,2

Многочисленность и разнообразие РПК по физике обусловлены 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 итоге создает предпосылки для повышения качества подготовки учащихся к ЕГЭ.

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

Для таких больших и разнообразных комиссий необходима целенаправленная системная работа по повышению согласования подходов к оцениванию. Такая работа тоже является традиционной и в 2019 году проводилась как на этапе повышения квалификации членов ПК, так и в ходе самой проверки заданий с развёрнутым ответом.

Важным элементом обучения экспертов и всей системы работы по повышению согласованности оценивания является опора на разносторонний анализ индивидуальных достижений членов РПК. Спектр используемых для анализа показателей индивидуальной работы экспертов достаточно широк: общее количество проверенных работ и заданий, распределение проверенных работ по вариантам, доля работ, отправленных по вине этого эксперта на третью проверку, суммарное расхождение в баллах по работам и т.д.

Восьмой год ведется статистика по допущенным экспертами техническим ошибкам.

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, которая с 2016 года 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 каждой аудитории, предназначенной для работы экс-

пертов, предусмотрен 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. Как и в предыдущие годы, дополнительные региональные рекомендации по общим организационным вопросам, отражающим специфику проверки в Санкт-Петербурге, доведены до каждого эксперта в процессе обучения и опубликованы на сайте СПб ЦОКОиИТ.

Непосредственно перед экзаменом был организован вебинар ФИПИ для всех членов ПК. В нём приняли участие почти все эксперты-физики (100 человек из 111 членов ПК). Как и в предыдущем году, расцениваем это мероприятие как однозначно полезное, позволившее членам РПК 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 Федеральной предметной комиссии (ФПК) и позициями ПК других регионов.

В 2019 году региональная предметная комиссия по физике, как и в предыдущие годы, располагалась на двух этажах. На каждом этаже помимо руководителей предметной комиссии дежурили два эксперта-консультанта. 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 работы консультантов отводились специальные аудитории, в которых с 2016 года предусмотрены рабочие места для выхода в Интернет на случай, если возникает необходимость посещения «горячей линии» ФИПИ или уточнения каких-либо фактических сведений.

Позиции руководителей ПК и всех экспертов-консультантов по тем конкретным заданиям, которые использовались на экзамене, первоначально согласовывались накануне проверки в ходе совместного анализа авторских решений и выявления возможных неоднозначно трактуемых ситуаций оценивания. Полезными оказались методические рекомендации на форуме ФПК, опубликованные в день экзамена. В ходе выработки единой позиции на уровне региональной предметной комиссии эти рекомендации были полностью учтены и отражены в дополнительной краткой инструкции, в которой учитывалась специфика оценивания конкретных заданий, представленных в КИМ региона.

С 2017 года подходы к составлению этой дополнительной инструкции были кардинально переработаны: вместо традиционного текста после анализа авторских решений и «пилотной» проверки небольшого количества работ (результаты «пилотной» проверки аннулируются) разрабатывается таблица-опора к каждому из проверяемых заданий. В этой таблице для качественных задач выделяются необходимые логические шаги, соответствующие полному правильному решению с указанием возможных вариантов ссылок на необходимые для объяснения явления и законы. Для расчетных задач уточняется количество и названия необходимых для решения формул. Именно эти элементы являются отправными точками для проведения оценивания. Таблицы-опоры были оперативно размножены, каждый эксперт получил перед проверкой свой экземпляр.

На основе разработанных накануне рекомендаций непосредственно перед началом проверки руководителями ПК и экспертами-консультантами был проведен подробный устный инструктаж.

Использование таблиц-опор было признано методически оправданным всеми экспертами ПК. Они являются отправной точкой для оценивания не только на экзамене, но и в процессе весеннего обучения экспертов.

В 2018 году в работу экспертов-консультантов было введено новшество: каждый консультант отвечал за конкретную задачу или группу задач. Таким образом, в ходе проверки приходилось дополнительно согласовывать позиции не 10 человек, а двоих, консультирующих по одной и той же задаче на разных этажах. Как только при оценивании какой-либо задачи выявлялась системная проблема, ответственный(ые) за эту задачу совместно с председателем ПК принимал(и) оперативное решение и тут же доводил(и) его до сведения всех остальных экспертов. В этом году такие дополнительные согласования проводились в течение первого часа проверки по 28-й и 29-й задачам.

Этот подход был продуктивен в предыдущем году и оценен сообществом экспертов как полезный и эффективный.

В 2019 году велся учет обращений экспертов к консультантам: 846 обращений по всем экзаменам. Наибольшие трудности при проверке вызвали 29-я и 30-я задачи.

Общая статистика по задачам выглядит следующим образом:

№ 28 (качественная): 177 обращений;

№ 29 (расчетная, по механике): 233 обращения;

№ 30 (расчетная, по МКТ и термодинамике): 205 обращений;

№ 31 (расчетная, по электродинамике): 129 обращений;

№ 32 (расчетная, по квантовой физике): 105 обращений.

Количество обращений основных экспертов к экспертам-консультантам достаточно велико. Это приветствуется и рассматривается в качестве дополнительного ресурса повышения квалификации членов предметной комиссии, направленного на повышение согласованности в оценивании.

3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЕГЭ 2019 ГОДА

Вариант экзаменационной работы 2019 года, как и в 2018 году, состоял из двух частей и включал в себя 32 задания (табл. 2). Часть 1 содержала 24 задания с кратким ответом, в том числе задания с самостоятельной записью ответа в виде числа, двух чисел или слова, а также задания на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо было записать в виде последовательности цифр. В этой части работы с 2018 года появилось задание по астрофизике.

Таблица 2

Структура экзаменационной работы в 2018 и 2019 годах по сравнению с экзаменационной работой 2017 года

Часть работы	Количество заданий		Максимальный первичный балл (процент от максимального первичного балла за всю работу)		Тип заданий	
	2017 год	2018 и 2019 годы	2017 год	2018 и 2019 годы	2017 год	2018 и 2019 годы
1 часть	23	24	32 (64 %)	34 (65 %)	С кратким ответом	С кратким ответом
2 часть	8	8	18 (36 %)	18 (35 %)	С кратким ответом и с развернутым ответом	С кратким ответом и с развернутым ответом
Итого	31	32	50	52		

Соответствующие дополнения были внесены в 2018 году и в кодификатор: расширен последний раздел перечня элементов содержания, проверяемых на ЕГЭ по физике. Также несколько расширилось содержательное наполнение шести линий заданий (без изменений в кодификаторе).

Добавились:

В задание № 4 — момент силы относительно оси вращения и кинематическое описание гармонических колебаний.

В задание № 10 — тепловое равновесие и температура, внутренняя энергия одноатомного идеального газа.

В задание № 13 — направление кулоновских сил.

В задание № 14 — закон сохранения электрического заряда и связь напряженности поля и разности потенциалов для однородного электростатического поля.

В задание № 18 — элементы СТО (формулы из п. 4.2 и 4.3 кодификатора).

В 2019 году изменения в кодификатор не вносились.

Часть 2, как и в предыдущие годы, содержала 8 заданий, объединенных общим видом деятельности — решением задач. Из них 3 задания с кратким ответом (№ 25–27) и 5 заданий (№ 28–32), для которых необходимо было привести развернутый ответ.

С 2018 года также изменился пороговый первичный балл: с 9 до 11. При этом пороговый тестовый балл остался неизменным и равен 36. Таким образом, преодолеть минимальный порог с 2018 года стало объективно труднее.

Полностью сохранены общие концептуальные подходы к оценке учебных достижений экзаменуемых. В том числе сохранено сложившееся ранее распределение максимальных баллов за выполнение заданий разных уровней сложности и примерное распределение числа заданий по разделам школьного курса физики и способам деятельности (табл. 3–6).

Таблица 3

Распределение заданий по основным содержательным разделам в 2018 и 2019 годах

Содержательный раздел	Количество заданий	
	2018 г.	2019 г.
Механика	9–11	9–11
Молекулярная физика	7–8	7–8
Электродинамика и основы СТО	9–11	9–11
Квантовая физика и элементы астрофизики	5–6	5–6
Итого	32	32

Таблица 4

Распределение заданий по проверяемым умениям и способам деятельности учащихся в 2018 и 2019 годах

Проверяемые умения и способы деятельности	Число заданий	
	2018 г.	2019 г.
Требования 1.1–1.3 Знать/понимать смысл физических понятий, величин, законов, принципов, постулатов	10–11	10–11
Требования 2.1–2.4 Уметь описывать и объяснять физические явления и свойства тел, результаты экспериментов, …, приводить примеры практического использования физических знаний	11	11
Требование 2.5 Отличать гипотезы от научной теории, делать выводы на основе эксперимента и т. д.	2	2
Требование 2.6 Уметь применять полученные знания при решении физических задач	8	8
Требования 3.1–3.2 Использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни	0–1	0–1
Итого	32	32

Таблица 5

Распределение заданий по уровню сложности в 2019 году по сравнению с 2018 годом

Уровень сложности	Количество заданий		Процент от максимально возможного первичного балла		Распределение заданий по частям работы	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Базовый	19	19	46	46	1-я часть: 19	1-я часть: 19
Повышенный	9	9	31	31	1-я часть: 5 2-я часть: 4	1-я часть: 5 2-я часть: 4
Высокий	4	4	23	23	2-я часть: 4	2-я часть: 4
Итого	32	32	100	100	32	32

Таблица 6

Распределение времени выполнения по типам заданий в 2019 году по сравнению с 2018 годом

Тип задания	Кол-во заданий данного типа		Время на выполнение одного задания в минутах	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
Краткий ответ	27	27	3–5	3–5
Развернутый ответ	5	5	15–25	15–25
Общее количество заданий и время работы	32	32	235	235

В регионе на основном экзамене экзаменуемым были предложены девять однотипных вариантов (с 310-го по 318-й). Их структура и содержательное наполнение полностью соответствовали заявленным в спецификации и демоверсии. Следует отметить, что задания были разнообразны не только с точки зрения тематики и структуры, но и с точки зрения разных способов представления информации.

Так, в девяти заданиях из 24 первой части работы и в двух задачах из восьми заданий второй части требовался анализ графиков; в двух заданиях предполагалась работа с массивом данных, систематизированных с помощью таблицы. В шести заданиях условия иллюстрировались с помощью схем и рисунков.

Ошибок и неточностей в формулировках заданий первой части не выявлено. Небольшие неточности в формулировках заданий, требующих развёрнутого ответа, были проанализированы ФПК на этапе согласования подходов к оцениванию в день проведения экзаменов, по их оцениванию были даны дополнительные рекомендации.

Не претерпели никаких изменений обобщенные критерии оценивания качественных и расчетных задач, подразумевающих развёрнутый ответ.

Таким образом, идентичность тематического наполнения и структуры КИМ к экзамену 2018 и 2019 годов создали предпосылки для стабильной, спокойной и качественной подготовки к ЕГЭ по физике в текущем году.

4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКЗАМЕНА 2019 ГОДА

4.1. Характеристика участников экзамена по физике 2019 года

Экзамен по физике в 2019 году выбрали 5953 выпускников (6271 — в прошлом году). Это составляет 17,9 % от общего числа сдававших ЕГЭ, что несколько меньше, чем в прошлом году (табл. 7).

Таблица 7

Количество участников ЕГЭ по физике за последние три года

2017 г.		2018 г.		**2019 г.**	
чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
6566	21,89	6271	19,57	5953	17,90

Распределение участников экзамена по гендерному признаку тоже несколько изменилось в пользу юношей (табл. 8).

Таблица 8

Соотношение количества девушек и юношей

	2017 г.		2018 г.		**2019 г.**	
	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
Девушки	1694	25,80	1409	22,47	1321	22,19
Юноши	4872	74,20	4862	77,53	4632	77,81

В таблице 9 показано распределение экзаменуемых по категориям.

Таблица 9

Распределение участников ЕГЭ по физике по категориям

	2017 г.	2018 г.	**2019 г.**
Всего участников ЕГЭ по предмету	6566	6271	5953
Из них:			
выпускников текущего года, обучающихся по программам СОО	5587	5466	5068
выпускников текущего года, обучающихся по программам СПО	271	234	344
выпускников прошлых лет	659	556	541

В таблице 10 дано распределение участников экзамена по физике в зависимости от типа образовательного учреждения.

Таблица 10

Распределение участников экзамена по физике по типам ОУ

Тип ОУ	Вид ОУ	Количество участников, чел.
Общеобразовательное учреждение/организация	Средняя общеобразовательная школа	2154
	Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов	891
	Гимназия	680
	Лицей	990

Общеобразовательная школа-интернат	Средняя общеобразовательная школа-интернат с углубленным изучением отдельных предметов	4
	Гимназия-интернат	3
Кадетская школа и кадетская школа-интернат	Кадетская школа	6
Специальное (коррекционное) учреждение для обучающихся, воспитанников с ограниченными возможностями здоровья	Специальная (коррекционная) школа-интернат	2
Вечернее (сменное) общеобразовательное учреждение	Центр образования	129
Образовательное учреждение начального профессионального образования	Профессиональный лицей	2
Образовательное учреждение среднего профессионального образования	Техникум	38
	Колледж	203
Образовательное учреждение высшего профессионального образования	Университет	25
	Академия	38
	Институт	1
Образовательное учреждение, находящееся в ведении Министерства обороны Российской Федерации	Суворовское военное училище	45
	Нахимовское военно-морское училище	52
	Кадетский (морской кадетский) военный корпус	126
Иное	Иное	564

Распределение участников экзамена по районам Санкт-Петербурга представлено в таблице 11.

Таблица 11

Распределение участников экзамена по физике по районам Санкт-Петербурга

Наименование района	Количество участников ЕГЭ по учебному предмету, чел.	% от общего числа участников в регионе
Адмиралтейский	136	2,28
Василеостровский	116	1,95
Выборгский	493	8,28
Приморский	424	7,12
Калининский	430	7,22
Кировский	307	5,16
Колпинский	147	2,47
Красногвардейский	250	4,20
Красносельский	315	5,29
Кронштадтский	28	0,47
Курортный	45	0,76
Московский	271	4,55

Невский	375	6,30
Петроградский	117	1,97
Петродворцовый	103	1,73
Пушкинский	279	4,69
Фрунзенский	319	5,36
Центральный	139	2,33
ОУ городского и федерального подчинения	397	6,67
Центры образования	129	2,17
Кадетские школы	250	4,20
Частные школы	72	1,21
ПОУ	270	4,54
ВПЛ	541	9,09
ВСЕГО:	5953	100

Количество участников экзамена по физике по сравнению с прошлым годом уменьшилось, уменьшилась и доля сдававших физику по отношению к общему числу экзаменуемых.

Процентное соотношение между юношами и девушками в целом соответствует аналогичному показателю прошлого года, но сместилось в сторону первых на долю процента.

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. Слегка уменьшился вклад образовательных учреждений районного подчинения в общую численность экзаменуемых: 72 % против 74 % в прошлом году.

Процентное соотношение между участниками экзамена, обучавшимися в образовательных организациях разных типов, тоже достаточно стабильно и в целом соответствует аналогичным показателям прошлых лет.

Несколько увеличилось по сравнению с прошлым годом количество экзаменуемых, являющихся выпускниками системы СПО: их доля среди сдававших экзамен 4,54 % против 3,60 % в прошлом году (табл. 12). Доля выпускников прошлых лет среди участников экзамена тоже несколько увеличилась: с 8,9 % до 9,1 %.

Таблица 12

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

Категория участников ЕГЭ по физике	2016 год	2017 год	2018 год	**2019 год**
Выпускники прошлых лет	604	659	555	541
Выпускники СПО	93	271	234	270

Анализ количественных показателей участия в экзамене по физике в Санкт-Петербурге за последние несколько лет позволяет выявить тенденцию уменьшения количества участников экзамена и их доли в общем количестве

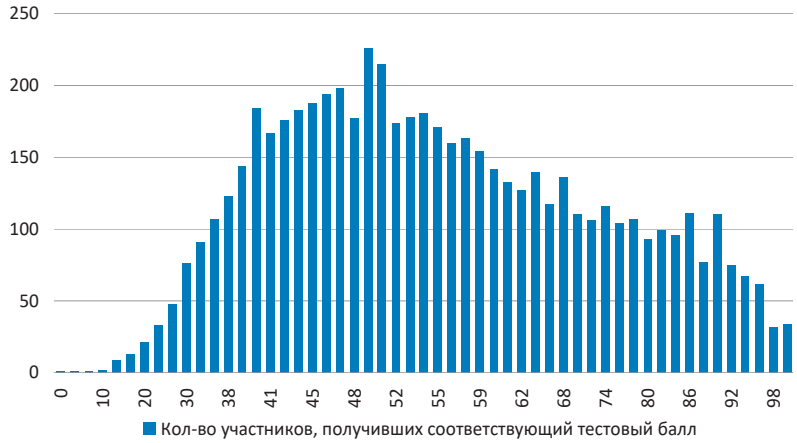
сдававших ЕГЭ. Эта тенденция может быть объективно объяснена возможностью замены вступительного экзамена по физике на экзамен по информатике. Распределение участников ЕГЭ по физике по разным категориям (ОО, районы, гендерные различия) оказывается достаточно стабильным, из года в год меняется незначительно, очевидных тенденций его изменения не прослеживается.

4.2. Основные результаты ЕГЭ по физике в 2019 году

Средний балл за все этапы экзамена составил 57,2, что несколько выше, чем в прошлом году (55,2). Тридцать четыре участника экзамена получили максимальный балл. В прошлом году их было на треть меньше (21 человек). Распределение участников ЕГЭ по физике по тестовым баллам в 2019 г показано на диаграмме 1.

Диаграмма 1

Распределение участников ЕГЭ по физике по тестовым баллам в 2019 г.



В таблице 13 представлена динамика основных результатов ЕГЭ по физике за последние три года.

Таблица 13

Сравнение результатов ЕГЭ по физике за последние три года

	Санкт-Петербург		
	2017 г.	2018 г.	**2019 г.**
Не набрали минимального балла	236	229	296
Средний тестовый балл	53,75	55,20	57,22
Получили от 81 до 99 баллов	289	383	729
Получили 100 баллов	17	21	34

Данные о распределение результатов участников экзамена по разным категориям, типа ОУ и районам приведены в таблицах 14–16.

Таблица 14

Распределение результатов для разных категорий участников экзамена

	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СОО	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СПО	Выпускники прошлых лет	Среди них участники ЕГЭ с ОВЗ	Всего
Доля участников, набравших балл ниже минимального, в %	2,13	1,28	1,56	0,07	4,97
Доля участников, получивших от минимального балла до 60 баллов, в %	50,26	4,23	6,06	0,37	60,56
Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, в %	20,34	0,25	1,06	0,10	21,65
Доля участников, получивших от 81 до 99 баллов, в %	11,86	0,02	0,37	0,05	12,25
Количество участников, получивших 100 баллов, чел.	32	0	2	1	34
Доля участников, получивших 100 баллов, в %	0,54	0	0,03	0,02	0,57

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

Таблица 15

Распределение результатов участников экзамена с учетом типа ОО

Тип ОУ	Вид ОУ	Доля участников (в %), получивших тестовый балл				Количество участников, получивших 100 баллов, чел.
		ниже минимального	от минимального до 60 баллов	от 61 до 80 баллов	от 81 до 99 баллов	
Общеобразовательное учреждение/организация	Средняя общеобразовательная школа	1,58	24,49	7,37	2,67	4
	Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов	0,24	9,34	3,96	1,39	2
	Гимназия	0,08	6,79	2,99	1,53	2
	Лицей	0,08	5,81	4,94	5,41	23

Общеобразовательная школа-интернат	Средняя общеобразовательная школа-интернат с углубленным изучением отдельных предметов	0	0,07	0	0	0
	Гимназия-интернат	0	0	0,02	0,03	0
Кадетская школа и кадетская школа-интернат	Кадетская школа	0	0,08	0,02	0	0
Специальное (коррекционное) учреждение для обучающихся, воспитанников с ограниченными возможностями здоровья	Специальная (коррекционная) школа-интернат	0	0,03	0	0	0
Вечернее (сменное) общеобразовательное учреждение	Центр образования	0,18	1,70	0,25	0,03	0
Образовательное учреждение начального профессионального образования	Профессиональный лицей	0,02	0,02	0	0	0
Образовательное учреждение среднего профессионального образования	Техникум	0,17	0,47	0	0	0
	Колледж	0,87	2,50	0,03	0	0
Образовательное учреждение высшего профессионального образования	Университет	0	0,15	0,13	0,13	0
	Академия	0	0,22	0,20	0,22	0
	Институт	0,02	0	0	0	0
Иные	Иное	1,70	6,27	1,11	0,37	2
Образовательное учреждение, находящееся в ведении Министерства обороны Российской Федерации	Суворовское военное училище	0,02	0,34	0,25	0,15	0
	Нахимовское военно-морское училище	0	0,59	0,15	0,12	1
	Кадетский (морской кадетский) военный корпус	0,02	1,70	0,22	0,18	0
	ИТОГО	**4,97**	**60,56**	**21,65**	**12,25**	**34 (0,57%)**

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

Таблица 16

Распределение результатов участников экзамена для разных районов Санкт-Петербурга

Район	Доля участников (в %), получивших тестовый балл				Количество участников, получивших 100 баллов, чел.
	ниже минимального	от минимального до 60 баллов	от 61 до 80 баллов	от 81 до 99 баллов	
Адмиралтейский	3,68	64,71	21,32	10,29	0
Василеостровский	3,45	70,69	14,66	11,21	0
Выборгский	2,84	66,73	20,89	9,53	2
Приморский	2,59	62,03	22,64	12,74	0
Калининский	1,63	50,70	30,70	16,98	2
Кировский	1,63	66,12	23,45	8,79	0
Колпинский	2,72	60,54	23,81	12,93	0
Красногвардейский	3,60	60,40	26,80	9,20	0
Красносельский	3,81	66,03	21,90	8,25	1
Кронштадтский	3,57	75,00	17,86	3,57	0
Курортный	2,22	51,11	35,56	11,11	0
Московский	2,95	60,52	26,57	9,96	0
Невский	1,87	60,80	26,67	10,67	4
Петроградский	1,71	62,39	25,64	10,26	0
Петродворцовый	0,97	68,93	24,27	5,83	0
Пушкинский	1,43	63,08	21,51	13,98	0
Фрунзенский	4,39	65,20	22,26	8,15	1
Центральный	2,16	61,15	27,34	9,35	0
ОУ городского и федерального подчинения	0	18,14	29,22	52,64	21
Центры образования	8,53	78,29	11,63	1,55	0
Кадетские школы	1,60	72,00	15,20	11,20	1
Частные школы	6,94	68,06	20,83	4,17	0
СПО	26,30	71,85	1,85	0	0
ВПЛ	17,19	67,10	11,65	4,07	2

Лидерами по проценту двоечников в 2019 году, как и в прошлые годы, стали выпускники системы СПО, выпускники прошлых лет и выпускники центров образования. Среди районов наихудший результат по этому показателю у Фрунзенского и Адмиралтейского районов.

Наибольший процент высокобалльных работ и «стобалльников» традиционно 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 показали Калининский и Пушкинский районы.

В следующих таблицах 17–18 приведены названия ОУ, показавших наилучшие и наихудшие результаты в ЕГЭ по физике в 2019 году.

Список ОУ, показавших наилучшие результаты, формировался через учет 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 набравших минимального балла, имеет *минимальные значения* (по сравнению с другими ОО Санкт-Петербурга).

Таблица 17

Образовательные организации, показавшие в 2019 году наилучшие результаты на ЕГЭ по физике

Название ОО	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов, %	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, %	Доля участников, не набравших минимального балла, %
1. Президентский ФМЛ № 239	85,00	14,00	0
2. Лицей № 30	73,27	25,74	0
3. Гимназия № 116	68,75	18,75	0
4. Лицей ФТШ	67,57	29,73	0
5. Лицей № 470	66,67	28,57	0
6. Лицей № 95	53,85	30,77	0
7. Лицей № 410	46,15	30,77	0
8. Гимназия № 446	45,45	9,09	0
9. Естественнонаучный лицей СПбПУ	43,40	45,28	0
10. Лицей № 273	41,67	33,33	0
11. Лицей № 101	41,18	23,53	0
12. Лицей № 179	41,18	29,41	0
13. СОШ № 258	38,46	30,77	0
14. ФГБОУ ВО СПбГУ	38,10	38,10	0
15. СОШ № 10	36,36	18,18	0
16. Лицей № 366	35,71	42,86	0
17. Военная академия связи	34,21	31,58	0
18. Лицей № 369	31,82	50,00	0
19. Гимназия № 526	30,77	30,77	0
20. Лицей № 64	30,77	38,46	0
21. Гимназия № 85	30,77	46,15	0
22. Лицей № 150	30,43	39,13	0
23. СОШ № 457	30,00	20,00	0
24. СОШ № 365	30,00	35,00	0
25. Гимназия № 92	30,00	40,00	0
26. Лицей № 554	30,00	40,00	0
27. СОШ № 324	29,41	58,82	0

Основные критерии для формирования списка ОУ, показавших наихудшие результаты:

✓ доля участников ЕГЭ, не набравших 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 18

Образовательные организации, показавшие в 2019 году наихудшие результаты на ЕГЭ по физике

Название ОО	Доля участников, не набравших минимального балла, %	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, %	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов, %	Средний балл по ОУ
1. Военная академия связи имени С. М. Буденного	45,83	0	0	30,96
2. ВКА имени А. Ф. Можайского	61,54	0	0	31,04
3. СПб ГБПОУ «Академия транспортных технологий»	45,45	0	0	35,27
4. Санкт-Петербургский Пожарно-спасательный колледж	38,10	0	0	36,00
5. СОШ № 484	33,33	0	0	38,33
6. СПб ГБПОУ «Академия управления городской средой, градостроительства и печати»	20,69	0	0	39,00
7. ФГАОУ ВО «СПбПУ»	22,73	4,55	0	40,73
8. «Санкт-Петербургский техникум железнодорожного транспорта»	25,00	8,33	0	41,42
9. СОШ № 449	0	0	0	43,67
10. СПб ГБПОУ «Политехнический колледж городского хозяйства»	10,00	10,00	0	44,50
11. СОШ № 123	27,27	9,09	0	44,91
12. ЦО № 133	0	9,09	0	47,27
13. СОШ № 493	0	8,33	0	47,67
14. СОШ № 145	0	0	0	47,67
15. СОШ № 501	7,14	14,29	0	48,00
16. Кадетский пожарно-спасательный корпус	9,52	0	4,76	48,05
17. СОШ № 603	15,38	7,69	0	48,62
18. СОШ № 270	0	18,18	0	48,64
19. СОШ № 291	19,23	11,54	3,85	49,00
20. ФГКОУ «Кронштадтский морской кадетский военный корпус»	1,82	5,45	3,64	49,00
21. Гимназия № 166	0	0	0	49,10
22. СОШ № 81	0	20,00	0	49,80
23. СОШ № 87	6,67	26,67	0	49,93
24. СОШ № 102	10,00	10,00	0	50,00

Результаты экзамена в Санкт-Петербурге уже шестой год **по всем** основным позициям превышают аналогичные средние результаты по Российской Федерации (табл. 19).

Таблица 19

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

	Средний тестовый балл	Процент получивших от 81 до 100 баллов	Кол-во получивших максимальный балл	Процент не преодолевших порог
РФ	54,40	8,58	456	6,10
Санкт-Петербург	58,13	13,91	30	4,08

Средний балл по всему экзаменационному периоду ожидаемо меньше, чем по основному экзамену (57,22). Он несколько выше, чем в прошлом году (55,20), и выше, чем в среднем по России на основном экзамене.

Средний балл выпускников текущего года традиционно и существенно выше среднего балла для всех других категорий абитуриентов. Все вместе свидетельствует о том, что подготовка учащихся к ЕГЭ в школах (то есть то, на что можно влиять путем целенаправленных методических действий) носит, как правило, системный и организованный характер.

Тем не менее, несмотря на то, что средний балл на основном экзамене превышает результат предыдущего года (56,05), он по-прежнему отражает усвоение выпускниками текущего года основных понятий, моделей, формул и законов школьного курса физики лишь на базовом уровне. Это ожидаемо, так как подавляющее большинство (более 80 %) выпускников текущего года в старшей школе изучали физику именно на этом уровне.

Следует отметить, что в 2019 году в Санкт-Петербурге почти в два раза (с 6,46 до 12,25 %) увеличилась доля высокобалльных (более 81 балла) работ. Это свидетельствует о том, что прирост среднего балла осуществился за счет наиболее подготовленных экзаменуемых. Как и в прежние годы, среди выпускников текущего года наилучшие результаты показывают «статусные» естественнонаучные образовательные учреждения (лицеи) регионального или федерального подчинения: доля высокобалльных работ в этих ОУ составляет в 2019 году 52,64 %, в них же обучались и большинство стобалльников (21 человек, 62 % от общего количества).

Традиционно самый высокий процент «двоечников» у выпускников ПОУ. В этом году он еще выше, чем в предыдущем (26,30 % против 18,67 %). Среди этой категории участников экзамена процент «хороших» (от 61 до 80 баллов) и «очень хороших» (от 81 до 100 баллов) работ также минимален. Можно констатировать, что уровень подготовки по предмету в ПОУ по-прежнему не выдерживает конкуренции с уровнем подготовки в общеобразовательных школах.

Увеличилась по сравнению с прошлым годом и доля выпускников прошлых лет, не перешагнувших нижний порог: с 11,87 до 17,19 %. При этом одновременно увеличилась на несколько процентов доля хороших и отличных ра-

бот (с 13,49 до 15,72 %) у этой категории экзаменуемых. Как и в прошлом году, среди выпускников прошлых лет два участника экзамена показали максимальный 100-балльный результат. Тенденция улучшения результатов выпускников прошлых лет прослеживается уже третий год. Это можно объяснить тем, что значительную их часть составляют выпускники 2014–2018 годов, уже знакомые со спецификой контрольных измерительных материалов и подходами к организации экзамена в формате ЕГЭ.

Среди школ, показавших наилучшие результаты по проценту высокобалльных работ при отсутствии «двоечников», шесть образовательных учреждений попадали в аналогичный список и в прошлом, и в позапрошлом году: это лицей ФТШ, лицей № 30, «Президентский ФМЛ № 239», лицей № 470, лицей № 366 и гимназия № 116. Результаты этих школ можно считать стабильно высокими и статистически подтвержденными. Следует отметить, что в 2019 году в число школ с наилучшими результатами впервые в Санкт-Петербурге попала кадетская школа Военной академии связи. В ней же обучался один из стобалльников.

Среди школ, показавших наихудшие результаты, по-прежнему почти половину составляют профессиональные образовательные учреждения. В 2019 году список школ с наихудшими результатами практически полностью отличается от аналогичного списка прошлого года. Это может быть связано с тем, что в этом году анализировались результаты только тех ОУ, в которых число сдававших экзамен по физике было не менее 10 человек. В прошлогоднем списке в большинстве ОУ со слабой подготовкой по физике число сдававших экзамен было, как правило, меньше десяти.

Следует отметить, что основные статистические показатели текущего года (средний балл, процент высокобалльных работ, количество и процент стобалльников) кроме процента «двоечников» существенно лучше, чем аналогичные региональные показатели прошлого года. Процент не преодолевших порог вырос не только в Санкт-Петербурге, но и в целом по РФ, при этом в Санкт-Петербурге он ниже, чем в среднем по России.

4.3. Результаты выполнения отдельных заданий и групп заданий

В таблице 20 представлены результаты выполнения заданий экзаменационной работы 2019 года, включающие в себя средний процент выполнения по всем экзаменационным работам, а также средний процент выполнения по отдельным группам экзаменуемых.

Под процентом выполнения задания понимается отношение суммы первичных баллов, полученных всеми участниками группы за конкретное задание, отнесенное к количеству участников группы.

Для заданий, требующих самостоятельную запись ответа и оцениваемых в один первичный балл, процент выполнения совпадает со средним арифметическим значением.

Таблица 20

Результаты выполнения заданий экзаменационной работы основного экзамена 2019 года по группам экзаменуемых с разным уровнем подготовки

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания*	Процент выполнения по региону,%			
			средний	в группе не набравших минимальный балл	в группе 61–80 баллов	в группе 81–100 баллов
1	Прямолинейное равномерное движение: умение определять относительную скорость равномерного движения по графику зависимости расстояния между материальными точками от времени, осуществлять перевод единиц измерения скорости из км/мин в м/с. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**65,50**	11,82	85,80	94,23
2	Сила трения: умение рассчитывать коэффициент трения по графику зависимости модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**91,16**	38,18	98,84	100
3	Кинетическая энергия тела: умение рассчитывать кинетическую энергию тела по базовой формуле, записывать численное значение величины с помощью десятичных приставок. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**85,59**	23,99	97,36	98,69
4	Математический маятник: умение рассчитывать изменение периода колебаний математического маятника в зависимости от изменения длины его нити. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**66,99**	20,61	90,30	97,25
5	Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение: умение интерпретировать график зависимости проекции скорости от времени, содержащий участки,	П	**93,47**	67,23	99,38	100

	соответствующие равномерному и равноускоренному прямолинейному движению, извлекать из графика информацию для анализа изменений и расчета кинематических, динамических и энергетических величин. (Множественный выбор)					
6	Движение спутника по круговой орбите в гравитационном поле Земли: умение анализировать изменение физических величин при переходе с одной круговой орбиты на другую. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Б	**84,50**	59,12	88,13	95,94
7	Движение тела по гладкой наклонной плоскости: умение описывать графически изменение энергии тела, его координат, проекций скорости и импульса относительно указанной в условии системы отсчета. (Соответствие между названием физической величины и графиком, описывающим её изменение)	Б	**80,97**	27,70	97,75	99,61
8	Связь абсолютной температуры идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения молекул: умение устанавливать изменение среднеквадратичной скорости движения молекул при изменении абсолютной температуры. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**60,79**	25,68	78,43	86,89
9	Первое начало термодинамики: умение применять первое начало термодинамики при решении простейших расчетных задач, учет знаков входящих в первое начало термодинамики термодинамических величин. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**71,34**	12,16	91,62	97,12
10	Количество теплоты: умение распознавать на графике зависимости температуры тела от поглощаемого им количества теплоты участок,	Б	**62,59**	6,76	86,04	96,99

	соответствующий агрегатному превращению, и определять соответствующую удельную теплоту. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)					
11	Идеальный газ: умение интерпретировать график циклического процесса, проведенного с идеальным газом, на предмет идентификации его отдельных участков и установления характера изменения параметров газа и характеризующих его термодинамических величин. (Множественный выбор)	П	**93,55**	68,58	99,69	100
12	Идеальный тепловой двигатель: умение определять характер изменения физических величин, применяемых для описания работы тепловой машины Карно. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Б	**83,96**	52,03	95,11	98,95
13	Принцип суперпозиции кулоновских сил: умение определять направление результирующей силы, действующей на точечный заряд со стороны других точечных зарядов. (Самостоятельная запись ответа в виде слова)	Б	**73,83**	17,91	93,17	96,72
14	Закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников: умение рассчитывать параметры участка разветвлённой электрической цепи. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**46,45**	8,11	71,61	91,09
15	Колебательный контур: умение рассчитывать изменение периода свободных колебаний в идеальном колебательном контуре при изменении параметров контура. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**64,24**	10,14	90,38	96,72
16	Электрический конденсатор: знание зависимости электрической емкости конденсатора от его геометрических параметров, умение	П	**80,56**	45,61	94,49	98,43

	интерпретировать результаты опыта, представленные в виде графика линейной зависимости расстояния между обкладками плоского воздушного конденсатора от времени. (Множественный выбор)					
17	Сила Лоренца: умение анализировать изменение величин, описывающих движение заряженной частицы в магнитном поле. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Б	**79,93**	54,73	92,86	98,56
18	Преломление света: умение анализировать изменение частоты и длины волны монохроматического света на границе двух прозрачных сред. (Соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления)	П	**79,34**	37,50	92,24	97,25
19	Нуклонная модель ядра: умение определять число протонов и нейтронов в ядре изотопа на основе анализа информации, представленной в таблице Д. И. Менделеева. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Б	**68,37**	7,77	92,47	98,17
20	Закон радиоактивного распада: умение определять период полураспада радиоактивного элемента по графику зависимости числа нераспавшихся ядер от времени. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**78,60**	18,24	96,43	99,08
21	Фотоэффект: умение отбирать факторы, от которых зависит энергия фотонов и фотоэлектронов при фотоэффекте, и устанавливать характер зависимости. (Соответствие между графиками и величинами, отложенными по одной из осей на этих графиках)	Б	**61,31**	39,53	77,97	94,10
22	Измерение физических величин: умение провести измерения физических величин методом рядов. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел в предложенных единицах	Б	**34,52**	7,43	48,95	66,71

	измерения с указанием погрешности измерения)					
23	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Б	**77,32**	14,86	96,74	99,08
24	Астрофизика: умение интерпретировать информацию из таблицы, содержащей данные о температуре поверхности, массе, радиусе и средней плотности некоторых звёзд. (Множественный выбор)	П	**89,52**	61,49	95,81	98,69
25	Механика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение закона сохранения импульса при описании разрыва снаряда в случае, когда осколки разлетаются под разными углами. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	П	**37,56**	1,01	62,84	91,35
26	Электродинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение закона Ома для полной цепи. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	П	**38,96**	3,04	64,08	88,60
27	Электродинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение формулы тонкой линзы. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	П	**34,52**	1,35	62,76	87,29
28	МКТ и термодинамика (перестроение графика циклического процесса идеального газа из одних координат в другие, сравнение работ газа или внешних сил на одном из участков цикла): умение решать качественные задачи	П	**52,96**	0,34	90,69	99,34
29	Механика (описание равновесия однородного шара, прикреплённого нитью к гладкой стенке со-	В	**41,74**	0	81,23	98,43

	суда и полностью погружённого в жидкость): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности					
30	МКТ и термодинамика (описание изменения влажности воздуха в закрытом помещении при работе увлажнителя с заданной мощностью при постоянной температуре): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	В	**31,43**	0	62,76	98,17
31	Электродинамика (описание вращения заряженного шарика в постоянном однородном магнитном поле (конический маятник в магнитном поле)): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	В	**31,36**	0,34	63,62	97,64
32	Квантовая физика (описание процесса фотоэффекта на основе вольтамперной характеристики фототока при известной мощности излучения и соотношения между количеством поглощенных фотонов и количеством фотоэлектронов): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	В	**14,43**	0	19,94	70,38

* Б — базовый, П — повышенный, В — высокий уровни сложности.

4.3.1. Общие замечания по выполнению заданий первой части экзаменационной работы

Содержательные элементы, проверяемые заданиями, входящими в первую часть экзаменационной работы, можно считать усвоенными, если среднее значение их выполнения превышает 50 % (аналитические отчеты ФИПИ по Единому государственному экзамену, www.fipi.ru).

В 2018 году только два задания с самостоятельной записью ответа дали процент выполнения меньше 50 — это задания № 4 (расчет давления твёрдого тела на горизонтальную поверхность) и № 10 (расчет удельной теплоты фазового перехода по графику зависимости температуры от переданного телу количества теплоты при агрегатных превращениях). В 2019 году таких заданий тоже два: № 14 (средний процент выполнения 46,45) и № 22 (средний процент выполнения 34,52), и они имеют совершенно другую тематику.

Как и в прошлом году, порог полного усвоения для заданий на установление соответствия между множествами и множественный выбор преодолен для всех заданий этого типа.

При этом большинство заданий на установление соответствия (4 из 6) выполнены несколько лучше, чем в прошлом году. Задания на множественный выбор выполнены несколько хуже.

В целом все 10 заданий на установление соответствия и множественный выбор относительно среднего процента выполнены существенно лучше, чем задания с самостоятельной записью краткого ответа (возможно, это следствие способа расчёта среднего процента выполнения). Не прослеживается значимой корреляции между средним процентом выполнения и уровнем сложности: вызвавшие наибольшие затруднения задания в большинстве своём имеют базовый уровень сложности.

4.3.2. Общие замечания по выполнению заданий второй части экзаменационной работы

Эта часть экзаменационной работы традиционно содержала три стандартные расчетные задачи с кратким ответом, качественную задачу и четыре расчетных задачи высокого уровня сложности, предполагающие развернутый ответ.

Судя по данным таблицы 21, стандартные расчетные задачи с кратким ответом в 2019 году выполнены хуже, чем в 2018-м, но лучше, чем в 2016-м и в 2017 годах. В текущем году нет существенного разброса процента выполнения в зависимости от тематики задач.

Таблица 21

Результаты выполнения расчётных задач с кратким ответом в сравнении с прошлыми годами

Обозначения задания в работе	Средний процент выполнения, %			
	2016 год	2017 год	2018 год	**2019 год**
25	22,39	33,58	57,24	37,56
26	24,93	33,63	42,70	38,96
27	25,26	20,05	34,70	34,52

Задания, требующие развернутого ответа, являются сложными комплексными задачами, проверяющими усвоение материала сразу нескольких тем, процент их выполнения виден из таблицы 22.

Таблица 22

Результаты выполнения расчётных задач с развёрнутым ответом в сравнении с прошлыми годами

Обозначения задания в работе 2019 года	Процент выполнения задания, %			
	2016 год	2017 год	2018 год	**2019 год**
28	10,5	27,7	12,1	52,96
29	12,6	26,7	17,7	41,74
30	14,3	15,4	41,1	31,43
31	3,0	12,7	22,1	31,36
32	21,8	16,4	24,1	14,43

Три из пяти задач с развернутым ответом выполнены существенно лучше, чем в прошлом году, две — чуть хуже.

4.4. Характеристики выявленных сложных для участников ЕГЭ заданий с указанием типичных ошибок и выводов о вероятных причинах затруднений при выполнении указанных заданий

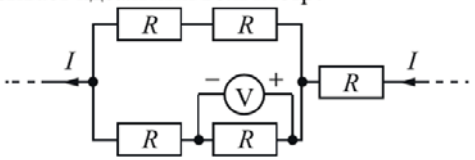
4.4.1. Задания с самостоятельной записью ответа в предложенных единицах измерения (число, два числа, слово)

Остановимся более подробно на двух заданиях, процент выполнения которых не достиг порога полного усвоения, а также на тех заданиях, у которых средний процент выполнения ниже 70.

В первом из них, задании № 14, требуется рассчитать параметры электрической цепи постоянного тока со смешанным соединением проводников.

Задание № 14 (средний % выполнения равен 46,45)

Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 25 Ом каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 4$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?



Ответ: _____ В.

Задание достаточно стандартное, поэтому вызвало существенные затруднения только у абитуриентов со слабой подготовкой. Экзаменуемые из сильной (более 81 балла) и средней (от 61 до 80 баллов) групп (условно назовём их «отличниками» и «хорошистами») справились с этим заданием с результатами 91,09 % и 71,61 % соответственно. Очевидно, что для учащегося, освоившего алгоритм решения стандартных задач на расчет участков разветвлённых электрических цепей постоянного тока, эта задача может представлять трудность только с точки зрения возможных ошибок в вычислениях.

Задание № 22 (средний % выполнения равен 34,52)

Школьный реостат состоит из керамического цилиндра, на который плотно, виток к витку, намотана проволока. Для выполнения лабораторной работы по измерению удельного сопротивления материала, из которого изготовлена проволока реостата, необходимо измерить её диаметр. Ученик насчитал 40 витков проволоки, а длина намотки, измеренная линейкой, составила 3 см. Чему равен диаметр проволоки по результатам этих измерений, если погрешность линейки равна ±1 мм?

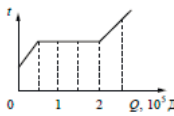
Ответ: (_____ ± _____) мм.

Отметим, что лабораторная работа по измерению размеров малых тел проводится в начале изучения физики (в 7 классе), потом этот метод упоминается крайне редко, тем более в контексте записи погрешности этих измерений (по сути косвенных, а не прямых). Да и сама запись ответа вызывала затруднения, не связанные с методом рядов, а обусловленные правилами округления по-

грешности измерений и среднего значения. Важно и то, что задания по методологии на применение метода рядов ранее на экзаменах в Санкт-Петербурге не использовались. Поэтому задание ожидаемо оказалось проблемным для всех групп экзаменуемых: даже среди самых сильных процент выполнения равен 66,71; у средних — 48,95, у тех, кто не преодолел порог, — 7,43. Можно предположить, что правильные ответы этой последней группы получены преимущественно на интуитивном уровне.

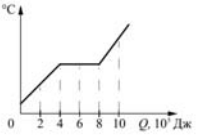
Хочется обратить внимание на **задание № 10**. Оно тематически и структурно совпадает с заданием № 10 прошлого года: требуется рассчитать по графику зависимости температуры от количества теплоты удельную теплоту, характеризующую агрегатное превращение.

Вещество массой 0,5 кг находится в сосуде под поршнем. На рисунке показан график изменения температуры t вещества по мере поглощения им теплоты Q. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

На рисунке показан график изменения температуры вещества t по мере поглощения им количества теплоты Q. Масса вещества равна 2 кг. Первоначально вещество было в твёрдом состоянии. Какова удельная теплота плавления вещества?



Ответ: _____ кДж/кг.

В прошлом году средний процент выполнения этого задания составлял 43,61, в текущем году процент выполнения вырос до 62,59. Можно предположить, что на проблемное задание было обращено внимание в ходе подготовки к экзамену, и это дало свои результаты.

В качестве предполагаемых затруднений можно отметить следующие:

– ошибки при записи ответа: ответ получается в одних единицах измерения, а записать его нужно в других;

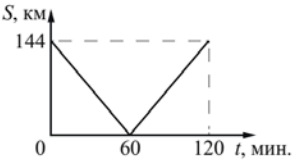
– использование при расчетах не одного участка графика, который относится только к агрегатному превращению, а всего графика или двух первых его участков.

Проанализируем другие задания, имеющие средний процент выполнения меньше 70. Сразу хочется отметить, что все эти задания практически не вызвали затруднений у «хорошистов» и «отличников» (процент выполнения более 80). А вот процент выполнения слабыми участниками экзамена очень мал.

Задание № 1

Средний процент выполнения: 65,50

Из двух городов навстречу друг другу с постоянной скоростью движутся два автомобиля. На графике показано изменение расстояния между автомобилями с течением времени. Какова скорость первого автомобиля в системе отсчёта, связанной со вторым автомобилем?



Ответ: _____ м/с.

Возможные причины затруднений экзаменуемых

Задание на прямолинейное равномерное движение сформулировано нестандартно, в системе отсчёта, связанной с движущимся телом. Дополнительная

трудность — необходимость представить ответ не в тех единицах измерения, которые указаны на графике. Для сильных и средних групп абитуриентов эти усложняющие задание факторы не явились существенными, а вот слабая группа с заданием справиться не смогла

Задание № 4 *Средний процент выполнения:* 66,99	Во сколько раз уменьшится период малых свободных колебаний математического маятника, если длину его нити уменьшить в 9 раз? Ответ: в _____ раз(а).

Возможные причины затруднений экзаменуемых

Абсолютно стандартная задача на применение одной формулы — для расчёта периода колебаний математического маятника. Поэтому процент выполнения задания в средней и сильной группах более 90. У слабой группы ошибки могут быть связаны не только с незнанием формулы, но и с тем, что для получения правильного ответа требуется не забыть извлечь квадратный корень

Задание № 8 *Средний процент выполнения:* 60,79	В результате охлаждения разреженного одноатомного газа его абсолютн температура уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшилась при эт среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа? Ответ: в _____ раз(а).

Возможные причины затруднений экзаменуемых

Это задание базового уровня вызвало определённые затруднения у всех групп экзаменуемых, и связано это может быть, во-первых, с необходимостью применить редко употребляемую формулу связи абсолютной температуры со средней квадратичной скоростью движения молекул идеального газа (или вывести её), а во-вторых, с квадратичностью используемой зависимости (чисто арифметические трудности)

Задание № 15 *Средний процент выполнения:* 64,24	Заряженный конденсатор в первый раз подключили к катушке с индуктивностью $4L$, а во второй – к катушке с индуктивностью L. В обоих случаях в контуре возникли свободные незатухающие колебания. Каково отношение $\frac{T_2}{T_1}$ периодов этих колебаний? Ответ: _____.

Возможные причины затруднений экзаменуемых

Стандартное задание на применение формулы Томсона на расчёт периода колебаний в колебательном контуре. Задание практически полностью выполнено средней и сильной группами экзаменуемых. Как и в задании № 4, затруднения могут быть обусловлены не только незнанием формулы, но и чисто математическими трудностями. Следует отметить, что оба простейшие задания на расчет периода колебаний (и механических, и электромагнитных) вызвали существенные (и традиционные!) затруднения у слабых экзаменуемых

Задание № 19

Средний процент выполнения: 68,37

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** 3 литий 7_{93} 6_{7}	**Be** 4 бериллий 9_{100}	5 **B** бор 11_{80} 10_{20}
3	III	**Na** 11 натрий 23_{100}	**Mg** 12 магний 24_{79} 26_{11} 25_{10}	13 **Al** алюминий 27_{100}
4	IV	**K** 19 калий 39_{93} $41_{6,7}$	**Ca** 20 кальций 40_{97} $44_{2,1}$	**Sc** 21 скандий 45_{100}
	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 стабильного изотопа лития.

Число протонов	Число нейтронов

Возможные причины затруднений экзаменуемых

Традиционное для КИМ ЕГЭ задание на нуклонную модель ядра. Средняя и сильная группы выполнили его практически без затруднений. Слабые экзаменуемые могли запутаться не только при определении числа протонов и нейтронов, но и при выделении объекта, то есть наиболее (наименее) распространённого изотопа

4.4.2. Задания на установление соответствия между двумя множествами и множественный выбор

Среди заданий на установление соответствия наихудшие результаты (средний процент выполнения менее 80), как и в прошлом году, показаны по заданиям № 18 и 21.

Задание № 18 вызвало затруднения только у слабой группы. Если в прошлом году оно было посвящено электромагнитным колебаниям, то в текущем году касалось изменений параметров волны на границе двух сред.

Задание № 21 вызвало трудности у выпускников со средней подготовкой, хотя и выполнено несколько лучше, чем в прошлом году.

Среди заданий на множественный выбор хуже всех выполнено задание № 16.

Задание № 18

Средний процент выполнения: 79,34

Пучок монохроматического света переходит из воздуха в воду. Частота световой волны – ν; длина световой волны в воздухе – λ; показатель преломления воды относительно воздуха – n.

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) скорость света в воздухе	1) $\lambda \cdot \nu$
Б) скорость света в воде	2) $\frac{\lambda \cdot \nu}{n}$
	3) $\frac{\lambda}{\nu}$
	4) $\frac{n \cdot \lambda}{\nu}$

Ответ:

А	Б

Возможные причины затруднений экзаменуемых

Задание базовое, но рассматривает «тонкий» вопрос, очевидный для тех, кто понимает процесс распространения волн в среде на смысловом уровне, и проблемный для тех, кто механически оперирует стандартными формулами. Отсюда и затруднения именно у слабой группы экзаменуемых

Задание № 21

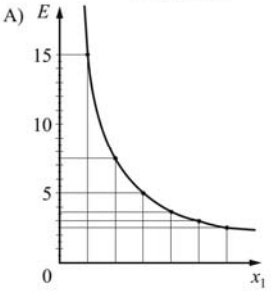
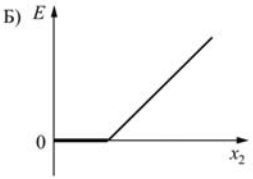
Средний процент выполнения: 61,31

На металлическую пластинку падает пучок монохроматического света. При этом наблюдается явление фотоэффекта.

На графике А представлена зависимость энергии фотонов, падающих на катод, от физической величины x_1, а на графике Б – зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов от физической величины x_2.

Какая из физических величин отложена на горизонтальной оси на графике А и какая – на графике Б?

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

ГРАФИКИ	ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА x
А) 	1) длина волны
	2) массовое число
	3) заряд ядра
	4) частота
Б) 	

Ответ:

А	Б

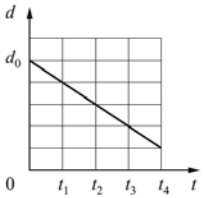
Возможные причины затруднений экзаменуемых

Графическая интерпретация фотоэффекта традиционно вызывает затруднения. Это может быть связано с тем, что графическому способу описания данного процесса не уделяется должного внимания при изучении физики в школе. В этом задании для сильных экзаменуемых усложняющим фактором может служить то, что первый график не отражает специфику именно фотоэффекта, а отражает зависимость энергии любого фотона от длины волны (обратная пропорциональность)

Задание № 16

Средний процент выполнения: 80,56

Плоский воздушный конденсатор ёмкостью C_0, подключённый к источнику постоянного напряжения, состоит из двух металлических пластин, находящихся на расстоянии d_0 друг от друга. Расстояние между пластинами меняется со временем так, как показано на графике.



Выберите **два** верных утверждения, соответствующих описанию опыта.

1) В момент времени t_4 ёмкость конденсатора увеличилась в 5 раз по сравнению с первоначальной (при $t = 0$).
2) В интервале времени от t_1 до t_4 заряд конденсатора возрастает.
3) В интервале времени от t_1 до t_4 энергия конденсатора равномерно уменьшается.
4) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора остаётся постоянной.
5) В промежутке времени от t_1 до t_4 напряжённость электрического поля между пластинами конденсатора убывает.

Ответ: ☐☐

Возможные причины затруднений экзаменуемых

Задание на изменение величин, характеризующих плоский воздушный конденсатор в ситуациях, когда он подключён или отключён от источника питания, является традиционным для КИМ ЕГЭ. В данном случае в таком задании присутствует нестандартный фактор: зависимость расстояния между пластинами от времени представлена в виде графика, а не вербально, как обычно

4.4.3. Расчётные задачи с кратким ответом из второй части экзаменационной работы

В задаче № 25 проверялось умение решать стандартные расчетные задачи на применение закона сохранения импульса при описании разрыва снаряда в случае, когда осколки разлетаются под разными углами.

Пример формулировки:

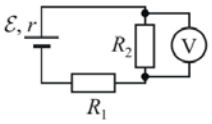
Снаряд, летящий со скоростью 100 м/с, разрывается на два осколка. Первый осколок летит под углом 90° к первоначальному направлению, а второй – под углом 60°. Какова масса снаряда до разрыва, если второй осколок массой 1 кг имеет скорость 400 м/с?

В ходе решения задачи требовалось продемонстрировать владение методологией работы с векторными уравнениями применительно к стандартным ситуациям. Поэтому у экзаменуемых сильной группы задача затруднений *практически* не вызвала. Слабые экзаменуемые с ней не справились вообще.

Задача № 26 проверяла умение решать стандартные расчетные задачи на применение закона Ома для полной цепи.

Пример формулировки:

В схеме, изображённой на рисунке, идеальный вольтметр показывает напряжение $U = 2$ В. Внутреннее сопротивление источника тока $r = 1$ Ом, а сопротивления резисторов: $R_1 = 2$ Ом и $R_2 = 2$ Ом. Какова ЭДС источника?



Ответ: _____ В.

Это стандартная задача на расчёт простой полной цепи постоянного тока. Экзаменуемые самой слабой группы с ней справились несколько лучше, чем с задачами № 25 и 27.

Задача № 27 является также стандартной задачей на применение формулы тонкой линзы в простейшей ситуации действительного изображения, даваемого собирающей линзой.

Пример формулировки:

Предмет расположен на главной оптической оси тонкой собирающей линзы. Оптическая сила линзы $D = 5$ дптр. Изображение предмета действительное, увеличение (отношение высоты изображения предмета к высоте самого предмета) $k = 2$. Найдите расстояние между предметом и его изображением. Ответ выразите в сантиметрах.

Все предложенные выпускникам расчетные задачи действительно стандартные и традиционные, они широко представлены в классических школьных задачниках.

По всем трём задачам почти одинаково распределение результатов по группам экзаменуемых: отмечаются определенные затруднения у «отличников» (около 90 % выполнения), существенные затруднения у «хорошистов» (около 60 % выполнения), и практически не решены задачи «двоечниками» (1–3 % выполнения). Поскольку эти задания проверяются только по правильному ответу, выявить причины «сбоев» в сильной и средней группах экзаменуемых трудно. Можно предположить, что у «хорошистов» имеются системные методологические проблемы, недостаточное владение стандартными алгоритмами. У «отличников» же велика вероятность досадных ошибок, обусловленных невнимательностью.

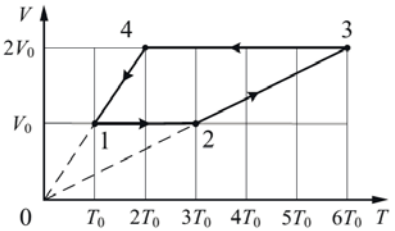
4.4.4. Анализ типичных ошибок заданий с развернутым ответом

Задание № 28 *(качественная задача)*

К качественной задаче приступает большинство участников экзамена, даже из наиболее слабой группы, однако результаты её решения, как правило, были ниже результатов решений расчётных задач. В 2019 году средний процент выполнения качественной задачи впервые выше, чем средний процент выполнения всех расчётных задач, более того, он превысил 50 %, что уникально для любых задач с развёрнутым ответом.

Формулировка качественной задачи на основном экзамене включает в себя традиционные для школьного курса физики задания. Нетрадиционным является объединение в одном вопросе двух компонентов — молекулярно-кинетического (газовые законы) и термодинамического (работа газа или над газом), а также необходимость учёта при перестроении графиков количественных соотношений.

1 моль разреженного гелия участвует в циклическом процессе 1–2–3–4–1, график которого изображён на рисунке в координатах V–T, где V – объём газа, T – абсолютная температура. Постройте график цикла в координатах p–V, где p – давление газа, V – объём газа. Опираясь на законы молекулярной физики и термодинамики, объясните построение графика. Определите, во сколько раз работа газа в процессе 2–3 больше модуля работы внешних сил в процессе 4–1.



Решение задачи включало в себя следующие логические шаги:

– Идентификация каждого из процессов и построение соответствующего ему участка на графике в p-V координатах с учетом количественных соотношений при изменении величин и со ссылкой на соответствующие газовые законы (уравнение Менделеева-Клапейрона).

– Нахождение отношения работ со ссылкой на соотношение площадей под соответствующими участками графика в p-V координатах либо применение формулы для расчета работы газа для изобарного процесса.

Задание вызвало затруднения только у самой слабой группы экзаменуемых (процент выполнения 0,34). Средняя и сильная группы с заданием практически полностью справились (процент выполнения 90,69 и 99,34 соответственно).

Наиболее часто встречающиеся сущностные ошибки экзаменуемых:

– не учитывают количественные соотношения при перестроении графиков;

– не всегда «видят» возможность расчёта работы газа через площадь под графиком в p-V координатах или, наоборот, пытаются рассчитывать работу через площадь под графиком не только в p-V координатах.

Помимо смысловых ошибок следует отметить наличие многочисленных недочетов оформления решения, что создавало дополнительные трудности в работе экспертов: качественная задача дала 34 % третьей проверки. Это существенно больше, чем в прошлом году (12 %), но меньше, чем в предыдущие годы (порядка 50 %).

При оформлении даже правильного, по сути, решения экзаменуемые:

– не ссылались прямо на газовые законы (или уравнение Менделеева-Клапейрона), ограничиваясь фиксированием характера изменения величин;

– количественные соотношения описывали отдельно, не вынося эту информацию на координатные оси графиков;

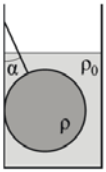
– не описывали способ нахождения отношения работ, указывали только конечный результат.

Есть замечание по формулировке задания. Указание на модуль работы внешних сил является странным: во-первых, потому что это положительная величина, во-вторых, резонно было бы тогда и для работы газа требовать модуль. Эта небольшая «нелогичность» формулировки задания для отдельных участников экзамена стала неким сбивающим с толку фактором.

Задание 29 *(расчетная задача по механике)*

В задаче рассматривалось равновесие объёмного однородного шара, прикреплённого нитью к гладкой стенке сосуда и полностью погружённого в жидкость.

Железный шар массой 2,5 кг подвешен на нити и полностью погружён в воду (см. рисунок). Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 30^{\circ}$. Определите силу, с которой шар действует на нить. Трением шара о стенку пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар.



Средний процент выполнения задачи по механике намного выше, чем в прошлом году. Даже в группе «хорошистов» с ней справились более 80 % экзаменуемых, в сильной группе «отличников» результат приближается к максимальному (98,43 %). То есть для выпускников эта задача оказалась достаточно лёгкой.

Для её решения в соответствии с обобщёнными критериями оценивания требовалось применить следующие уравнения и формулы:

– второй и третий законы Ньютона;

– формула для расчёта силы Архимеда;

– определение плотности.

Наиболее часто встречались такие ошибки:

– В вариантах, где ставился вопрос по поводу силы, действующей на шар со стороны нити, выпускники «не видели» горизонтальную силу реакции со стороны вертикальной стенки.

– Находили «не ту» силу: силу, действующую на шар со стороны нити или стенки (силу натяжения нити, силу реакции вертикальной опоры), а не силу, действующую на нить или стенку, как требовалось в условии. То есть не применяли третий закон Ньютона даже в неявном виде.

– Включали искомую силу, действующую на нить или стенку, в уравнение второго закона Ньютона для шара как дополнительную или вместо силы натяжения нити или реакции опоры, например: $\vec{F}_a + \vec{T} + \vec{N} + m\vec{g} + \vec{F}_{давл} = 0$.

– Изображая силы на рисунке, не учитывали, что линия действия силы натяжения нити должна проходить через центр шара, так как в условии указано, что вертикальная стенка гладкая.

Небрежность при изображении сил вообще часто встречается в задачах на применение законов динамики: силы приложены в самых экзотических местах, иногда «висят» в воздухе. Как и в предыдущие годы, экзаменуемые при напи-

сании второго закона Ньютона в проекциях на координатные оси часто оставляют знак вектора над буквенными обозначениями сил.

Несмотря на то, что участники экзамена справились с задачей по механике лучше, чем в предыдущие годы, оценивание её решений вызвало у экспертов существенные трудности: 19 % от общего числа третьих проверок.

В качестве трудных ситуаций оценивания эксперты отмечают следующие:

– Возможность альтернативных решений (через моменты сил или через комбинацию уравнения моментов и второго закона Ньютона).

– Рекомендация ФПК на форуме для руководителей РПК не рассматривать третий закон Ньютона как отдельную формулу, то есть за его отсутствие снижать оценку не на 2 балла, а на 1. Эта информация была доведена до всех экспертов, но, поскольку она входила в противоречие с ранее сложившейся практикой, сложившиеся стереотипы оценивания подобных задач все равно срабатывали. Тем более что в случае исключения третьего закона Ньютона из числа необходимых для решения уравнений, получалось, что один балл можно было выставить за решение, содержащее только формулы для силы Архимеда и для плотности, что, очевидно, нельзя рассматривать в качестве адекватной оценки за задачу высокого уровня сложности.

– В ряде вариантов отсутствие силы реакции опоры не сказывалось на решении: не требовалось рассмотрение горизонтальных проекций уравнения второго закона Ньютона. В этом случае при отсутствии записи второго закона Ньютона в векторной форме рисунок приобретал особую роль: изображена на нём сила реакции опоры — можно ставить три балла, нет на рисунке силы реакции опоры — значит, ошибка не только в рисунке, но и во втором законе Ньютона, более одного балла ставить нельзя. Несмотря на проведенный инструктаж, не все эксперты увидели эту «тонкость».

Задание 30 (*расчетная задача по МКТ и термодинамике)*

В задаче по МКТ и термодинамике рассматривается изменение влажности воздуха в закрытом помещении при работе увлажнителя с заданной мощностью при постоянной температуре.

> **В комнате размерами 6 м × 5 м × 3 м, в которой воздух имеет температуру 20 °С и относительную влажность 35%, включили увлажнитель воздуха производительностью 0,36 кг/ч. Сколько времени необходимо работать увлажнителю, чтобы относительная влажность воздуха в комнате стала равна 70%? Давление насыщенного водяного пара при температуре 20 °С равно 2,33 кПа. Комнату считать герметичным сосудом.**

Результат выполнения для задачи по тематике, связанной с насыщенным паром и влажностью воздуха, достаточно высок: по всем экзаменуемым 31,43 %, в группах «хорошистов» — 62,76 %, а у «отличников» — 98,17 %. Такое распределение результатов по группам участников ЕГЭ характерно для задач № 25–27. Считаем, что это не случайно, так как данная задача может рассматриваться как стандартная. По крайней мере, с точки зрения физической модели процесса.

Решение задачи предполагает использование трёх необходимых уравнений и формул:

– формула для расчета относительной влажности воздуха в начале процесса;

– формула для расчета относительной влажности воздуха в конце процесса;

– уравнение Менделеева-Клапейрона;

– формула для расчета производительности увлажнителя.

Если говорить о часто встречающихся смысловых ошибках, то можно отметить следующие:

– Непонимание разницы между давлением влажного воздуха и парциальным давлением водяного пара: в определение влажности воздуха вставлялось не парциальное давление водяного пара, а суммарное давление пара и воздуха.

– Изменение давления пара в процессе работы увлажнителя описывалось через сумму давлений, например: $p_2 = p_1 + p_{\text{добавленного пара}}$, но называлась эта формула законом Дальтона.

– Использование молярной массы воздуха вместо молярной массы водяного пара в уравнении Менделеева-Клапейрона (редко — случайно, чаще из-за непонимания).

Несмотря на успешность выполнения, данная задача дала существенный процент третьей проверки (14!).

Основные проблемы оценивания:

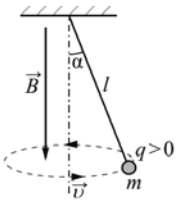
– Путаница между парциальным давлением и давлением влажного воздуха в ходе математических преобразований нивелировалась, итоговая формула оказывалась верной: не все эксперты увидели ошибочность решения при верном ответе.

– Потеря баллов от подмены в решении молярной массы пара молярной массой воздуха варьировалась от 0 до 2 баллов: в зависимости от контекста решения её можно было классифицировать и как описку, и как ошибку в подстановке табличных данных, и как ошибку в исходной формуле.

Задание 31 *(расчетная задача по электродинамике)*

Задача по электродинамике также является стандартной, представлена и в открытом банке ЕГЭ, и в пособиях по подготовке к экзамену. В ней рассматривается вращение заряженного шарика в постоянном однородном магнитном поле (конический маятник в магнитном поле).

В однородном магнитном поле с индукцией $\vec{B}$, направленной вертикально вниз, равномерно вращается по окружности в горизонтальной плоскости против часовой стрелки положительно заряженный шарик, подвешенный на нити длиной l (конический маятник) (см. рисунок). Угол отклонения нити от вертикали равен α, скорость вращения шарика равна v. Найдите отношение заряда шарика к его массе $\frac{q}{m}$ (удельный заряд). Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шарик.



В целом результаты её выполнения такие же, как и для расчётной задачи по МКТ и термодинамике: 31 % выполнения. При этом с ней справились 64 % «хорошистов» и большинство (98 %) «отличников».

Правильное решение подразумевало запись следующих уравнений и формул:

– второй закон Ньютона в проекциях на координатные оси,

– формула для расчета силы Лоренца,

– формула для расчета центростремительного ускорения.

Правильное применение правила левой руки учитывалось через правильную запись второго закона Ньютона в проекциях на координатные оси.

Серьёзных системных смысловых ошибок при решении этой задачи не выявлено. Наиболее часто встречающиеся ошибки связаны с тем, что экзаменуемые:

– неверно определяют направление силы Лоренца;

– во втором законе Ньютона вообще учитывали только силу Лоренца, упуская силу тяжести и силу натяжения нити;

– считали, что угол в формуле для расчёта силы Лоренца равен углу отклонения нити от вертикали;

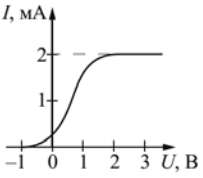
– неверно пытались записать формулу для расчёта силы Лоренца в векторном виде (хотя этого от них никто не требовал).

Третья проверка по этой задаче минимальна (10 %) и в большинстве случаев касалась недостаточно четко описанных альтернативных решений в неинерциальной системе отсчета с использованием сил инерции.

Задание 32 *(расчетная задача по квантовой физике)*

В задаче рассматривался процесс фотоэффекта на основе вольтамперной характеристики фототока при известной мощности излучения и соотношения между количеством поглощенных фотонов и количеством фотоэлектронов:

В опыте по изучению фотоэффекта монохроматическое излучение мощностью $P = 0{,}21$ Вт 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 частота ν падающего света, если в среднем один из 30 фотонов, падающих на катод, выбивает электрон?



На экзамене 2019 года эта задача является самой нестандартной из расчётных задач высокого уровня сложности и, соответственно, имеет наименьший процент выполнения: 14 % в целом, 70 % среди «отличников» и 20 % среди «хорошистов».

Основные формулы, необходимые для решения:

– определение силы тока,

– формула связи тока насыщения с количеством падающих фотонов,

– формула для расчета энергии фотонов,

– определение мощности излучения.

Отметим следующие типичные ошибки:

– непонимание физического смысла тока насыщения;

– попытки использования формулы для расчёта мощности постоянного тока (произведение тока насыщения на задерживающее напряжение!);

– попытки строить решение на основе уравнения Эйнштейна;

– ошибки в учете соотношения количества поглощённых фотонов и выбитых фотоэлектронов.

Трудности оценивания этой задачи (12 % третьей проверки) связаны, прежде всего, с культурой оформления решения, а именно с отсутствием внятного описания используемых нестандартных обозначений. Эксперты отмечали, что для таких нестандартных задач остро чувствуется недостаток словесных комментариев, разбираться в решении, часто числовом, без формул, иногда приходилось через размерности величин.

5. КАЧЕСТВО РАБОТЫ ЧЛЕНОВ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ

В 2019 году предметная комиссия по физике насчитывала 111 активных экспертов, из них 109 человек работали на экзаменах, что составляет 98,2 %. Три эксперта не участвовали в проверке основного экзамена. Двое из них не смогли принять участие в проверке экзаменационных работ и в дополнительные сроки. Для проверки работ досрочного этапа весной, дополнительного экзамена в июне и резервного в июле привлекалось ограниченное количество экспертов (от 3 до 56 человек).

Процент явки активных экспертов для работы на экзамене по физике стабильно высок. Соответствующие цифры представлены в таблице 23.

Таблица 23

Явка членов предметной комиссии по физике на проверку работ в 2019 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
2018	113	112	99
2019	111	109	98

Проверка заданий с развернутым ответом основного экзамена (05.06.19) осуществлялась в течение двух рабочих дней (06–07.06.19).

Распределение членов предметной комиссии по статусам представлено в таблице 24.

Таблица 24

Статусы экспертов РПК по физике в 2019 году по сравнению с предыдущими годами

Год	Общая численность ПК, чел.	Кол-во ведущих экспертов	Кол-во старших экспертов	Кол-во основных экспертов
2015	139	7	22	110
2016	130	9	32	89
2017	123	8	51	64
2018	113	3	45	65
2019	111	3	29	79

Основные количественные показатели работы региональной предметной комиссии представлены в таблице 25.

Таблица 25

Основные показатели работы предметной комиссии по физике в 2019 году на всех экзаменах

Показатели работы предметной комиссии	Основной день 01.04.2019		Дополнительный день 08.04.2019		Основной день 05.06.2019		Дополнительный день 18.06.2019		Резервный день 01.07.2019	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Всего работ	223	100	9	100	4926	100	819	100	45	100
Из них пустые (не требовали проверки)	106	47,5	4	44,4	985	20,0	227	27,7	22	48,9
Количество работ, проверенных третьим экспертом	6	2,69	0	0	386	7,84	58	7,08	3	7,14

Сравнить основные показатели работы предметной комиссии 2019 года с предыдущим годом можно по таблице 26.

Таблица 26

Основные количественные показатели работы предметной комиссии по физике в 2019 году по сравнению с предыдущим годом

Показатели работы предметной комиссии	ВСЕГО в 2019 году		ВСЕГО в 2018 году	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Всего работ	6022	100	6281	100
Из них пустые (не требовали проверки)	1344	22,3	1424	22,7
Количество работ, проверенных третьим экспертом	453	7,52	252	4,01

В 2019 году ПК проверила несколько меньше работ, чем в 2018-м: 4678 по сравнению с 4857. Как и в предыдущем году, уменьшилась и доля пустых бланков.

В прошлом году процент экзаменационных работ, потребовавших третьей проверки, составил 4,10. Этот результат был наилучшим за все годы существования РПК и рассматривался как итог системной работы по согласованию подходов к оцениванию при подготовке к экзамену. В этом году все отработанные за предыдущие годы алгоритмы применялись в полном объёме, тем не менее, результат оказался существенно хуже: 7,84 % третьей проверки на основном экзамене.

Работы на третью проверку ушли от большинства работавших на экзаменах экспертов. При этом у 14 экспертов серьезных ошибок при третьей проверке не выявлено (расхождение с третьим экспертом не более чем в один балл). В прошлом году таких экспертов было 33.

У шести членов ПК либо не было работ, отправленных на третью проверку, либо с ними полностью согласился третий эксперт. В прошлом году таких экспертов было в три раза больше.

У восьми членов ПК процент ошибок существенно больше, чем в среднем по ПК. Поскольку серьёзных претензий к ним в предыдущие годы не было, они останутся членами ПК, но их деятельность будет поставлена на индивидуальный контроль.

Из 386 работ, ушедших на третью проверку на основном экзамене, в 353 работах эксперты совершили ошибку в одном задании, в 31 работе — ошибки в двух заданиях, в двух работах ошибки были совершены в трёх заданиях.

Анализ третьих проверок по всему массиву экзаменов показал, что в 44,4 % случаев третий эксперт не согласился ни с одним из экспертов первой и второй проверок, занял промежуточную позицию, что несколько больше, чем в прошлом году (37,4 %). Соответственно, в 48,3 % случаев третий эксперт принял сторону одного из экспертов, считая мнение другого ошибочным (62,6 % в прошлом году). В 7,3 % случаев третьей проверки выявлены технические ошибки экспертов, что намного ниже, чем в прошлом году (14,0 %). Процент грубых и технических ошибок оказался несколько меньше, чем в прошлом году, и в целом, как и процент третьей проверки, соответствовал результатам позапрошлого года.

Таким образом, основные показатели проверки в целом соответствуют результатам 2017 и 2016 годов, но несколько хуже, чем очень хорошие результаты прошлого года. Это позволяет предположить, что в 2018 году, помимо совершенствования алгоритма повышения согласованности работы экспертов (все шаги прошлогоднего алгоритма были выполнены и в этом году), присутствовали и другие факторы, оказавшие влияние на результат. Можно предположить, что к этим факторам относятся:

– Условия работы экспертов: в текущем году им пришлось работать полный рабочий день (до 18 часов) в условиях тридцатиградусной жары в помещении школы, не оборудованном кондиционерами.

– Особенности КИМ: практически все задачи основного экзамена могли быть решены разными способами, которые существенно отличались от авторских вариантов решения.

– Отход от стандартных отработанных решений в дополнительных рекомендациях ФПК, опубликованных на форуме для руководителей РПК в день экзамена.

Распределение третьих проверок по задачам представлено в таблице 27.

Таблица 27

Распределение третьих проверок между проверяемыми экспертами задачами

Номер задания с развернутым ответом	28	29	30	31	32	ТО*
Доля в третьей проверке, в %	34	19	14	10	12	10

* ТО – Технические ошибки

Основные проблемы оценивания, выявленные в ходе третьей проверки, традиционны:

1. Смысловые ошибки:

– Отход от обобщенных критериев.

– Нежелание (или неумение) разобраться в оригинальном решении, существенно отличающемся от авторского решения ФИПИ.

2. Технические ошибки (ТО):

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

Наибольшее количество проблем возникло при оценивании качественной задачи: разногласия возникали по поводу признания «достаточности» обоснования правильного ответа, который был указан многими экзаменуемыми.

При оценивании задачи № 29 по механике возникали разногласия по поводу количества необходимых исходных уравнений: рекомендации форума ФПК не рассматривать третий закон Ньютона в качестве необходимого исходного уравнения вступили в противоречие с распечатанными критериями и отработанными ранее в ходе тренировок стандартными подходами к оцениванию этого типа задач.

Все спорные ситуации оценивания и допущенные экспертами ошибки будут еще раз детально проанализированы и в обязательном порядке включены в содержание практикумов при подготовке экспертов к работе на экзамене 2020 года.

6. АНАЛИЗ ПРИЧИН УДОВЛЕТВОРЕНИЯ АПЕЛЛЯЦИЙ

На апелляцию в текущем году было подано 54 работы (0,9 % от общего количества), что в целом соответствует показателям прошлого года (49 работ, 0,8 % от общего количества). Из них удовлетворены 16 (29,6 % от числа поданных апелляций), в 10 из которых (62,5 % от числа удовлетворённых апелляций) были обнаружены только технические ошибки. В 6 работах (11,1 % от числа

поданных апелляций) по итогам перепроверки заданий с развернутым ответом результат был повышен. Оснований для понижения баллов или одновременного повышения и понижения баллов за разные задания одной работы в текущем году выявлено не было.

В таблице 28 приведены статистические данные о результатах работы конфликтной комиссии по физике в 2019 году.

Таблица 28

Количество поданных и удовлетворенных апелляций по результатам ЕГЭ по физике в 2019 году в сравнении с аналогичными показателями предыдущих лет

Год	Всего апелляций	Из них удовлетворено				Из них отклонено
		всего	с повышением	без изменения	с понижением	
2014	86	11 (12,8 % от общего кол-ва)	10 (90,9 % от числа удовлетворённых)	0 (0 % от числа удовлетворённых)	1 (9,1 % от числа удовлетворённых)	75 (87,2 % от общего кол-ва)
2015	58	27 (46,6 % от общего кол-ва)	27 (100 % от числа удовлетворённых)	0 (0 % от числа удовлетворённых)	0 (0 % от числа удовлетворённых)	31 (53,4 % от общего кол-ва)
2016	40	14 (35,0 % от общего кол-ва)	10 (71,4 % от числа удовлетворённых)	3 (21,4 % от числа удовлетворённых)	1 (7,2 % от числа удовлетворённых)	26 (65,0 % от общего кол-ва)
2017	86	21 (24,4 % от общего кол-ва)	9 (42,9 % от числа удовлетворённых)	1 (4,8 % от числа удовлетворённых)	4 (19,0 % от числа удовлетворённых)	65 (75,6 % от общего кол-ва)
2018	49	17 (34,7 % от общего кол-ва)	10 (20,4 % от числа удовлетворённых)	3 (17,6 % от числа удовлетворённых)	3 (17,6 % от числа удовлетворённых)	32 (65,3 % от общего кол-ва)
2019	54	16 (29,6 % от общего кол-ва)	6 (37,5 % от числа удовлетворённых)	0 (0 % от числа удовлетворённых)	0 (0 % от числа удовлетворённых)	38 (70,4 % от общего кол-ва)

Среди удовлетворённых апелляций подавляющее большинство приходится на технические ошибки распознавания машиной записи экзаменуемого (в 10 из 16 удовлетворённых апелляций). Повышение баллов по итогам перепроверки заданий с развернутым ответом минимально и касалось исключительно случаев спорных ситуаций, применительно к которым обобщенные критерии оценивания позволяли принять решение в пользу экзаменуемых.

Процедура апелляций еще раз показала, что участники ЕГЭ зачастую не знают и не понимают особенностей оценочных процедур на основе обобщённых критериев оценивания: перед подачей апелляции работа не соотносится с

обобщёнными критериями оценивания на предмет возможности изменения баллов. В этом нам видится недоработка школьных учителей при подготовке учащихся к экзамену.

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.

7. ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

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

В 2019 году в Санкт-Петербурге экзаменационная работа в целом выполнена достаточно ровно: в первой части выявлено всего два задания, у которых процент выполнения меньше 50 (то есть меньше уровня усвоения). Лучше всего, с существенным «запасом прочности» (процент выполнения больше 70) в этой части работы выполнены следующие задания (табл. 29).

Таблица 29

Задания, выполненные на экзамене по физике 2019 года лучше других

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания и умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения по региону, %
2	Сила трения: умение рассчитывать коэффициент трения по графику зависимости модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	**91,16**
3	Кинетическая энергия тела: умение рассчитывать кинетическую энергию тела по базовой формуле, записывать численное значение величины с помощью десятичных приставок. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	**85,59**
5	Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение: умение интерпретировать график зависимости проекции скорости от времени, содержащий участки, соответствующие равномерному и равноускоренному прямолинейному движению, извлекать из графика ин-	Повышенный	**93,47**

	формацию для анализа изменений и расчета кинематических, динамических и энергетических величин. (Множественный выбор)		
6	Движение спутника по круговой орбите в гравитационном поле Земли: умение анализировать изменение физических величин при переходе с одной круговой орбиты на другую. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	**84,50**
7	Движение тела по гладкой наклонной плоскости: умение описывать графически изменение энергии тела, его координат, проекций скорости и импульса относительно указанной в условии системы отсчета. (Соответствие между названием физической величины и графиком, описывающим её изменение)	Базовый	**80,97**
9	Первое начало термодинамики: умение применять первое начало термодинамики при решении простейших расчетных задач, учет знаков входящих в первое начало термодинамики термодинамических величин. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	**71,34**
11	Идеальный газ: умение интерпретировать график циклического процесса, проведенного с идеальным газом, на предмет идентификации его отдельных участков и установления характера изменения параметров газа и характеризующих его термодинамических величин. (Множественный выбор)	Повышенный	**93,55**
12	Идеальный тепловой двигатель: умение определять характер изменения физических величин, применяемых для описания работы тепловой машины Карно. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	**83,96**
13	Принцип суперпозиции кулоновских сил: умение определять направление результирующей силы, действующей на точечный заряд со стороны других точечных зарядов. (Самостоятельная запись ответа в виде слова)	Базовый	**73,83**
16	Электрический конденсатор: знание зависимости электрической емкости конденсатора от его геометрических параметров, умение интерпретировать результаты опыта, представленные в виде графика линейной зависимости расстояния между обкладками плоского воздушного конденсатора от времени. (Множественный выбор)	Повышенный	**80,56**
17	Сила Лоренца: умение анализировать изменение величин, описывающих движение заряженной частицы в магнитном поле. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	**79,93**

18	Преломление света: умение анализировать изменение частоты и длины волны монохроматического света на границе двух прозрачных сред. (Соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления)	Повышенный	**79,34**
20	Закон радиоактивного распада: умение определять период полураспада радиоактивного элемента по графику зависимости числа нераспавшихся ядер от времени. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	**78,60**
23	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Базовый	**77,32**
24	Астрофизика: умение интерпретировать информацию из таблицы, содержащей данные о температуре поверхности, массе, радиусе и средней плотности некоторых звёзд. (Множественный выбор)	Повышенный	**89,52**

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

Несмотря на то, что уровень выполнения подавляющего большинства заданий первой части экзаменационной работы в 2019 году выше значений, свидетельствующих о полном усвоении соответствующих элементов содержания и проверяемых умений, в ряде заданий средний или обобщенный процент выполнения ниже, чем в других (менее 65 %) (табл. 30).

Таблица 30

Задания, выполненные на экзамене по физике 2019 года хуже других

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания и умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения по региону, %
8	Связь абсолютной температуры идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения молекул: умение устанавливать изменение среднеквадратичной скорости движения молекул при изменении абсолютной температуры. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	**60,79**
10	Количество теплоты: умение распознавать на графике зависимости температуры тела от поглощаемого им количества теплоты участок, соответствующий агрегатному превращению, и определять соответствующую удельную теплоту. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	**2,59%**

14	Закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников: умение рассчитывать параметры участка разветвлённой электрической цепи. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	**46,45**
15	Колебательный контур: умение рассчитывать изменение периода свободных колебаний в идеальном колебательном контуре при изменении параметров контура. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	**64,24**
21	Фотоэффект: умение отбирать факторы, от которых зависит энергия фотонов и фотоэлектронов при фотоэффекте, и устанавливать характер зависимости. (Соответствие между графиками и величинами, отложенными по одной из осей на этих графиках)	Базовый	**61,31**
22	Измерение физических величин: умение провести измерения физических величин методом рядов. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел в предложенных единицах измерения с указанием погрешности измерения)	Базовый	**34,52**

Результаты экзамена 2019 года подтверждают выводы, сделанные при анализе результатов экзаменов в прошлые годы, о том, что наибольшие затруднения у экзаменуемых 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;

– нестандартно сформулированные задания или задания, содержащие нестандартные элементы;

– 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 все три расчетные задачи с кратким ответом выполнены несколько хуже, чем в прошлом году. Задачи же с развёрнутым ответом выполнены в целом успешнее, чем в предыдущие годы. По качественной задаче впервые за все годы проведения экзамена средний процент выполнения больше 50.

7.3. Изменения успешности выполнения заданий по отдельным темам

Поскольку структура экзаменационной работы в 2019 году не претерпела изменений, можно провести позадачное сравнение результатов 2019 года с результатами 2018 года. Но это сравнение достаточно условно, так как, несмотря на то, что задания экзаменационных работ разных лет структурно одинаковы, они проверяют разные элементы содержания, имеют существенные для результата выполнения нюансы в формулировках. В таблице 31 представлены результаты выполнения заданий в текущем и прошлом годах с указанием их специфики.

Таблица 31

Сравнение выполнения заданий экзаменационной работы в 2019 и 2018 годах

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения в 2019 году	Уровень сложности*	Средний процент выполнения задания в 2019 году	Проверяемые элементы содержания / умения в 2018 году	Средний процент выполнения задания в 2018 году
1	Прямолинейное равномерное движение: умение определять относительную скорость равномерного движения по графику зависимости расстояния между материальными точками от времени, осуществлять перевод единиц измерения скорости из км/мин в м/с. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**65,50**	Прямолинейное равномерное движение, прямолинейное равноускоренное движение: умение определять характер движения по графику зависимости проекции скорости от времени и рассчитывать проекцию ускорения на разных участках движения. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	**78,18**
2	Сила трения: умение рассчитывать коэффициент трения по графику зависимости модуля силы трения скольжения от модуля силы нормального давления. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**91,16**	Второй закон Ньютона: умение рассчитывать массу тела и сообщаемое телу ускорение на основе скалярной записи второго закона Ньютона. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	**93,03**

* Б — базовый, П — повышенный, В — высокий уровни сложности.

3	Кинетическая энергия тела: умение рассчитывать кинетическую энергию тела по базовой формуле, записывать численное значение величины с помощью десятичных приставок. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**85,59**	Потенциальная энергия тела: умение сравнивать потенциальные энергии тел разной массы, двигающихся на одинаковом уровне относительно нулевого. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	**92,77**
4	Математический маятник: умение рассчитывать изменение периода колебаний математического маятника в зависимости от изменения длины его нити. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**66,99**	Давление твердого тела: умение рассчитывать площадь горизонтальной неподвижной опоры по известным массе тела и оказываемому на опору давлению, умение осуществлять перевод единиц измерения величин из одной системы единиц в другую ($м^2$ в $см^2$). (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	**48,13**
5	Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение: умение интерпретировать график зависимости проекции скорости от времени, содержащий участки, соответствующие равномерному и равноускоренному прямолинейному движению, извлекать из графика информацию для анализа изменений и расчета кинематических, динамических и энергетических величин. (Множественный выбор)	П	**93,47**	График неравномерного и неравноускоренного прямолинейного движения: умение интерпретировать график зависимости координаты тела от времени для произвольного движения. (Множественный выбор)	**92,76**
6	Движение спутника по круговой орбите в гравитационном поле Земли: умение анализировать изменение физических величин при переходе с	Б	**84,50**	Свободные вертикальные колебания груза, подвешенного на пружине: умение анализировать изменение физических величин в ходе процесса.	**88,95**

	одной круговой орбиты на другую. (Соответствие между величинами и характером их изменения)			(Соответствие между величинами и характером их изменения)	
7	Движение тела по гладкой наклонной плоскости: умение описывать графически изменение энергии тела, его координат, проекций скорости и импульса относительно указанной в условии системы отсчета. (Соответствие между названием физической величины и графиком, описывающим её изменение)	Б	**80,97**	Абсолютно неупругое столкновение движущегося по гладкой поверхности тела с неподвижным телом, лежащим на той же поверхности: умение рассчитывать кинетическую энергию и импульс тел до и после столкновения. (Соответствие между физической величиной и формулой для ее вычисления)	**70,36**
8	Связь абсолютной температуры идеального газа со средней кинетической энергией теплового движения молекул: умение устанавливать изменение среднеквадратичной скорости движения молекул при изменении абсолютной температуры. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**60,79**	Уравнение Менделеева-Клапейрона: умение применять уравнение состояния идеального газа для сравнения термодинамических параметров в двух состояниях газа. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	**69,88**
9	Первое начало термодинамики: умение применять первое начало термодинамики при решении простейших расчетных задач, учет знаков входящих в первое начало термодинамики термодинамических величин. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**71,34**	Первое начало термодинамики для изопроцесса: умение распознавать изопроцесс по диаграмме состояний идеального газа и применять первое начало термодинамики при решении простейших расчетных задач. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения) *Особенность:* в задаче присутствуют лишние данные, в том числе заданные с помощью графика	**69,55**

10	Количество теплоты: умение распознавать на графике зависимости температуры тела от поглощаемого им количества теплоты участок, соответствующий агрегатному превращению, и определять соответствующую удельную теплоту. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**62,59**	Количество теплоты, поглощаемое при нагревании и кипении: умение распознавать на графике зависимости температуры тела от поглощаемого им количества теплоты участок, соответствующий агрегатному превращению и определять соответствующую удельную величину. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	**43,61**
11	Идеальный газ: умение интерпретировать график циклического процесса, проведенного с идеальным газом, на предмет идентификации его отдельных участков и установления характера изменения параметров газа и характеризующих его термодинамических величин. (Множественный выбор)	П	**93,55**	Свойства насыщенного пара: умение интерпретировать график зависимости концентрации молекул водяного пара в зависимости от времени в закрытом сосуде с водой при постоянной температуре и неизменном объеме сосуда. (Множественный выбор)	**97,33**
12	Идеальный тепловой двигатель: умение определять характер изменения физических величин, применяемых для описания работы тепловой машины Карно. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Б	**83,96**	Графики изопроцессов: умение определять характер изменения физических величин, описывающих состояние идеального одноатомного газа на основе графика изопроцесса, показывающего изменение других величин. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	**85,85**
13	Принцип суперпозиции кулоновских сил: умение определять направление результирующей силы, действующей на точечный заряд со стороны других точечных зарядов.	Б	**73,83**	Взаимодействие двух параллельных проводников с током: умение определять направление вектора индукции магнитного поля в точке, расположенной посередине между проводни-	**50,46**

	(Самостоятельная запись ответа в виде слова)			ками при условии, что величина силы тока в проводниках различна. (Самостоятельная запись ответа в виде слова)	
14	Закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников: умение рассчитывать параметры участка разветвлённой электрической цепи. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**46,45**	Взаимодействие неподвижных точечных электрических зарядов: умение рассчитывать изменение силы электростатического взаимодействия при одновременном изменении величины зарядов и расстояния между ними. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	**58,15**
15	Колебательный контур: умение рассчитывать изменение периода свободных колебаний в идеальном колебательном контуре при изменении параметров контура. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**64,24**	Закон отражения света: умение рассчитывать один из углов, образуемых падающим и отраженным лучами с поверхностью плоского зеркала и перпендикуляром к ней по известному другому углу. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	**74,31**
16	Электрический конденсатор: знание зависимости электрической емкости конденсатора от его геометрических параметров, умение интерпретировать результаты опыта, представленные в виде графика линейной зависимости расстояния между обкладками плоского воздушного конденсатора от времени. (Множественный выбор)	П	**80,56**	Электромагнитная индукция: умение интерпретировать результаты опыта, представленные в виде графика (Множественный выбор)	**89,50**
17	Сила Лоренца: умение анализировать изменение величин, описывающих движение заря-	Б	**79,93**	Законы постоянного тока: умение анализировать изменение сопротивления, силы тока,	**63,28**

	женной частицы в магнитном поле. (Соответствие между величинами и характером их изменения)			напряжения и тепловой мощности на участках разветвленной полной электрической цепи при изменении сопротивления включенного в цепь реостата. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	
18	Преломление света: умение анализировать изменение частоты и длины волны монохроматического света на границе двух прозрачных сред. (Соответствие между физическими величинами и формулами для их вычисления)	П	**79,34**	Электромагнитные колебания в идеальном колебательном контуре: умение идентифицировать зависимость от времени силы тока в контуре, заряда и напряжения на обкладках конденсатора, энергии магнитного поля катушки и электрического поля конденсатора. (Соответствие между физическими величинами и графиками их зависимости от времени)	**65,22**
19	Нуклонная модель ядра: умение определять число протонов и нейтронов в ядре изотопа на основе анализа информации, представленной в таблице Д. И. Менделеева. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Б	**68,37**	Ядерные реакции: умение применять законы сохранения массы и заряда для определения одного из продуктов ядерной реакции. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	**84,38**
20	Закон радиоактивного распада: умение определять период полураспада радиоактивного элемента по графику зависимости числа нераспавшихся ядер от времени. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	**78,60**	Закон радиоактивного распада: умение рассчитывать массу радиоактивного изотопа через определенный промежуток времени, если известна начальная масса и период полураспада. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	**74,07**

21	Фотоэффект: умение отбирать факторы, от которых зависит энергия фотонов и фотоэлектронов при фотоэффекте, и устанавливать характер зависимости. (Соответствие между графиками и величинами, отложенными по одной из осей на этих графиках)	Б	**61,31**	Постулаты Бора: умение применить постулаты Бора для вычисления энергии кванта поглощенного или излученного света по описанию процесса с помощью диаграммы энергетических уровней. (Соответствие между величинами и формулами для их вычисления)	**58,34**
22	Измерение физических величин: умение провести измерения физических величин методом рядов. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел в предложенных единицах измерения с указанием погрешности измерения)	Б	**34,52**	Измерение физических величин: умение определить показания прибора с учетом погрешности прямого измерения. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел в предложенных единицах измерения)	**61,17**
23	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Б	**77,32%**	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	**65,41%**
24	Астрофизика: умение интерпретировать информацию из таблицы, содержащей данные о температуре поверхности, массе, радиусе и средней плотности некоторых звёзд. (Множественный выбор)	П	**89,52**	Астрофизика: умение интерпретировать таблицу, содержащую данные о характеристиках некоторых спутников планет Солнечной системы. (Множественный выбор)	**96,68**
25	Механика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение закона сохранения импульса при описании разрыва снаряда в случае, когда осколки разлетаются под разными углами.	П	**37,56**	Механика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение второго закона Ньютона для расчета сил, действующих на неподвижный груз, подвешенный на нити	**57,24**

	(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)			и полностью погруженный в жидкость. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	
26	Электродинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение закона Ома для полной цепи. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	П	**38,96**	МКТ и термодинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на описание теплообмена в калориметре между водой и ее стоградусным паром. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	**42,70**
27	Электродинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение формулы тонкой линзы. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	П	**34,52**	Квантовая физика: умение решать стандартные расчетные задачи на фотоэффект при изменении длины волны падающего на металл света. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	**34,70**
28	МКТ и термодинамика (перестроение графика циклического процесса идеального газа из одних координат в другие, сравнение работ газа или внешних сил на одном из участков цикла): умение решать качественные задачи	П	**52,96**	Электродинамика (графическая интерпретация зависимости яркости свечения лампы накаливания, включенной параллельно с идеальной катушкой индуктивности при изменении силы тока в ней): умение решать качественные задачи	**12,07**
29	Механика (описание равновесия однородного шара, прикреплённого нитью к гладкой стенке сосуда и полностью погружённого в жидкость): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	В	**41,74**	Механика (законы сохранения механической энергии и импульса, второй закон Ньютона, центростремительное ускорение при описании вращения в вертикальной плоскости шара, подвешенного к идеальной нити, после попадания в него летящей горизонтально пули):	**17,66**

				умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	
30	МКТ и термодинамика (описание изменения влажности воздуха в закрытом помещении при работе увлажнителя с заданной мощностью при постоянной температуре): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	В	**31,43**	МКТ и термодинамика (применение первого начала термодинамики и газовых законов для нахождения количества теплоты, сообщенного одноатомному идеальному газу в ходе двух изображенных на диаграмме состояний изопроцессов): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	**41,11**
31	Электродинамика (описание вращения заряженного шарика в постоянном однородном магнитном поле (конический маятник в магнитном поле)): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	В	31,36	Электродинамика (расчет количества теплоты, выделяющегося на одном из элементов разветвленной полной электрической цепи, содержащей конденсатор): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	22,06
32	Квантовая физика (описание процесса фотоэффекта на основе вольт-амперной характеристики фототока при известной мощности излучения и соотношения между количеством поглощенных фотонов и количеством фотоэлектронов): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	В	14,43	Геометрическая оптика (построение хода луча, испускаемого точечным источником света, проходящего через отверстие в экране и преломляющегося в тонкой линзе, расчет геометрических параметров чертежа): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	24,14

Судя по данным таблицы, сопоставление успешности выполнения заданий в 2018 и 2019 годах корректно только для № 10, 22, 23 и 24: они одинаковы структурно и сопоставимы по проверяемым элементам содержания.

Задание № 10, проверяющее умение распознавать на графике зависимости температуры тела от поглощаемого им количества теплоты участок, соответствующий агрегатному превращению, и определять соответствующую удельную

теплоту, в текущем году выполнено существенно лучше, чем в предыдущем: 62,59 % вместо 43,61 %.

Также увеличился с 65,41 до 77,32 % результат выполнения задания базового уровня по методологии, проверяющего умение спланировать физический эксперимент (№ 23). Можно предположить, что это результаты проведённой «работы над ошибками» после экзамена прошлого года.

А вот задания № 22 и 24 выполнены несколько хуже, чем в прошлом году, но они в 2019 году были объективно сложнее. Так, необходимость не просто снять показания прибора, а применить метод рядов в задании № 22 привела к снижению процента выполнения почти в два раза: с 61,17 до 34,52. При выполнении задания астрофизической тематики (№ 24) в 2018 году не требовалось сопоставлять информацию, представленную в таблице, с закономерностями диаграммы Герцшпрунга-Рассела.

7.4. Предложения по совершенствованию организации обучения физике в Санкт-Петербурге

В условиях обучения в массовой школе на результаты ЕГЭ по физике оказывают влияние факторы, среди которых, на наш взгляд, главными являются следующие:

– уровень изучения предмета (базовый или профильный);

– качество преподавания физики не только в старшей, но и в основной школе, поскольку именно на этом этапе обучения закладывается фундамент, обеспечивающий системность физического образования;

– строгое соблюдение требований ФГОС как в части содержания физического образования, так и в части организации обучения.

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

– дальнейшее развитие региональной системы оценки качества образования;

– 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, отвечающими требованиям ФГОС педагогическими технологиями.

РЕЗУЛЬТАТЫ
ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА
ПО ФИЗИКЕ В 2019 ГОДУ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ
Аналитический отчет предметной комиссии

Технический редактор – Куликова М.П.

Компьютерная верстка – Маркова С.А.

Материалы сборника публикуются в авторской редакции.

Подписано в печать 30.09.2019. Формат 60x90/16

Гарнитура Times, Arial. Усл.печ.л. 3,69. Тираж 100 экз. Зак. 22 /13

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

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