



КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЦЕНТР
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

РЕЗУЛЬТАТЫ
ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА
ПО ФИЗИКЕ
В 2020 ГОДУ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ

Санкт-Петербург
2020

ГИА
2020

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 2020 ГОДУ
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

***АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ***

**Санкт-Петербург
2020**

УДК 004.9
Р 34

Результаты Единого государственного экзамена по физике в 2020 году в Санкт-Петербурге: Аналитический отчет предметной комиссии. – СПб.: ГБУ ДПО «СПб ЦОКОиИТ», 2020. – 63 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.

1. ПОДГОТОВКА ЧЛЕНОВ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ К ПРОВЕДЕНИЮ ЕГЭ В 2020 ГОДУ

Процесс подготовки членов предметной комиссии по физике в 2019–2020 учебном году был построен традиционно, на основе отработанного в течение ряда последних лет алгоритма. С 2016 года эксперты ежегодно повышают свою квалификацию по дополнительной программе «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта государственной итоговой аттестации выпускников 11 класса (по физике)».

По результатам обучения эксперты сдают квалификационный экзамен. С учетом его результатов эксперту присваивается определенный 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 наилучшие 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.

Основные методические подходы к организации обучения в текущем году существенно не менялись, так как полностью себя оправдали в предыдущие годы.

На обучение в 2020 году были приглашены 128 человек, а к проверке на экзамене в итоге были допущены 120 экспертов, успешно прошедших обучение и сдавших квалификационные испытания.

Для организации обучения и проведения квалификационных испытаний использовались:

– полученные из СПб ЦОКОиИТ реальные экзаменационные работы открытого варианта 2019 года (310-й вариант), ушедшие в регионе на третью проверку. В качестве эталонных баллов принимались согласованные результаты оценивания этих работ ведущими экспертами РПК;

– материалы, предоставленные руководителем Федеральной предметной комиссии (ФПК) М. Ю. Демидовой и членом ФПК А. И. Гиголо во время очного семинара в Москве для руководителей РПК, организованного ФГБНУ «ФИПИ» 10.02.2020 года;

– презентации А. И. Гиголо, полученные в ходе обучения руководителей РПК на дистанционных курсах ФГБНУ «ФИПИ» весной и осенью 2019 года.

По итогам квалификационных испытаний с учетом индивидуальных достижений при проверке экзаменационных работ двух прошлых лет всем экспертам был присвоен соответствующий статус: 3 эксперта, являющиеся руководителями предметной комиссии, получили статус «ведущий эксперт» (3 — в прошлом году), 33 — «старший эксперт» (29 — в прошлом году) и 84 — «основной эксперт» (79 — в прошлом году).

В таблице 1 приведены критерии для присвоения статуса эксперту ЕГЭ по физике.

Таблица 1

Критерии для присвоения статуса эксперту ЕГЭ по физике

Критерии присвоения статуса «ведущий эксперт»	Руководители предметной комиссии (председатель и два заместителя) – организаторы ежегодного обучения членов предметной комиссии
Критерии присвоения статуса «старший эксперт»	Результаты работы на экзамене за последние два года (процент ошибок по заданиям при осуществлении проверки не превышал единицы) и результаты квалификационных испытаний текущего года. (В образовательной программе заложены следующие нормативы: общее кол-во расхождений с эталонным ответом – не более 15 %, кол-во расхождений в 2–3 балла и технических ошибок – не более 5 %)
Критерии присвоения статуса «основной эксперт»	Сохранение членства в ПК по итогам работы на экзамене предыдущего года и успешная сдача квалификационных испытаний текущего года. (В образовательной программе заложены следующие нормативы: общее кол-во расхождений с эталонным ответом – не более 20 %, кол-во расхождений в 2–3 балла и технических ошибок – не более 10 %)

2. СИСТЕМА МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ СОГЛАСОВАННОСТИ ОЦЕНИВАНИЯ

Состав комиссии по физике достаточно многочислен и разнообразен. Распределение экспертов по месту их основной работы представлено в таблице 2.

Таблица 2

Состав предметной комиссии с точки зрения места их основной работы

Основное место работы	Кол-во членов ПК	% от общего состава ПК
Учителя общеобразовательных организаций	83	69
Преподаватели вузов	23	19
Преподаватели организаций СПО	2	2
Специалисты учреждений дополнительного профессионального образования	6	5
Другое	Преподаватели ОО подчинения МО и МВД РФ — 3 человека; временно не работающие пенсионеры — 3 человека	5

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, позволяет и школьным учителям, и преподавателям вузов на функциональном уровне познакомиться с требованиями к оцениванию экзаменационных работ.

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

Для таких больших и разнообразных комиссий необходима целенаправленная системная работа по согласованию подходов к оцениванию. Такая работа тоже является традиционной и проводится на разных этапах подготовки к деятельности на экзамене, но в 2020 году она, конечно, имела ряд особенностей, обусловленных пандемией.

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, доля работ, отправленных по вине этого эксперта на третью проверку, суммарное расхождение в баллах по работам, выявление допущенных экспертом технических ошибок и т.д. Как уже говорилось выше, индивидуальные результаты доводятся до сведения экспертов и оказывают влияние на организацию их образовательного маршрута в рамках дополнительной программы «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта государственной итоговой аттестации выпускников 11 класса (по физике)».

С 2014 года важным звеном в ежегодной работе по согласованию подходов к оцениванию стали установочные семинары ФГБНУ «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. С 2015 года в каждой аудитории, предназначенной для работы экспертов, предусмотрено наличие кодификатора, содержащего перечень формул, которые можно принимать в качестве исходных, то есть не требующих вывода. Этот же документ ориентирует эксперта на предмет обозначений физических величин, которые можно рассматривать как стандартные, то есть не требующие дополнительного описания.

В этом году семинар для руководителей РПК был организован раньше обычного и очень полезен: была очевидная необходимость согласования нюансов оценивания новой расчетной задачи повышенного уровня, ранее не представленной в заданиях с развернутым ответом и оцениваемой по отдельным критериям. Сдвиг традиционных сроков проведения семинара с марта-апреля на начало февраля позволил оперативно обсудить принятые на семинаре решения еще в ходе обучения экспертов, а также использовать полученные от ФПК методические материалы для проведения практикумов и квалификационных испытаний.

В течение последних трех лет непосредственно перед экзаменом Федеральная предметная комиссия на площадке ФГБНУ «ФИПИ» организует установочные предэкзаменационные вебинары для членов региональных предметных комиссий. Это мероприятие всегда рассматривалось нами как однозначно полезное, позволяющее 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 ФПК и позициями ПК других регионов. В этом году в связи с пандемией предэкзаменационные вебинары ФПК были предложены экспертам в записи, выложенной на ресурсе региональной предметной комиссии за неделю до работы на экзамене. За два дня до проверки, непосредственно перед экзаменом председателем региональной предметной комиссии для остальных ее членов был проведен установочный вебинар.

В 2020 году региональная предметная комиссия по физике, как и в предыдущие годы, располагалась на двух этажах, для работы основных экспертов было выделено 12 аудиторий.

Однако мероприятия по согласованию оценивания имели свою специфику, обусловленную эпидемиологической обстановкой в регионе: в каждой из 12 аудиторий было оборудовано место для консультанта, который проводил консультирование по всем заданиям и всем организационным вопросам. Таким образом, основным экспертам не было необходимости выходить за пределы своей аудитории для получения ответа на возникшие вопросы, что максимально сокращало круг очного общения экспертов.

Консультирование в аудиториях вели 9 экспертов-консультантов и 3 руководителя РПК.

Позиции руководителей ПК и всех экспертов-консультантов по конкретным заданиям, которые использовались на экзамене, первоначально согласовывались накануне проверки в ходе совместного анализа авторских решений и выявления возможных неоднозначно трактуемых ситуаций оценивания. При этом учитывались методические рекомендации на форуме ФПК, опубликованные в день экзамена. Кроме того, каждому участнику обсуждения распечатывались 10 случайно отобранных одинаковых работ с целью выявления типичных проблем оценивания для данных задач (пилотная «черновая» проверка, ее итоги аннулируются). Результатом предварительной работы стала дополнительная инструкция, которая с 2017 года оформляется в виде таблиц-опор 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 руководители ПК и эксперты-консультанты, как всегда, провели подробный устный инструктаж.

В прошлые два года была введена практика закрепления за консультантами конкретных задач, то есть сужения сферы консультирования. В этом году за консультантами закреплялись аудитории, поэтому консультирование проводилось каждым консультантом по всем заданиям. Это повлекло за собой проведение регулярных оперативных совещаний для всех экспертов-консультантов, для чего на этажах была отведена специальная большая аудитория с выходом в Интернет для осуществления оперативной связи с СПб ЦОКОиИТ. В первый день проверки такие «оперативки» проводились несколько раз с интервалом 1,5–2 часа с целью обсуждения проблем, проявившихся по ходу проверки и ранее не спрогнозированных. В ходе этих мероприятий происходило согласование рекомендаций для остальных экспертов по преодолению вновь выявленных затруднений или уточнение тех рекомендаций, которые были даны ранее.

Практика присутствия эксперта-консультанта в каждой из аудиторий с регулярно проводимыми мини-семинарами между консультантами для текущего согласования позиций оказалась удобной для основных экспертов; скорее всего, она будет продолжена в будущем году.

В 2020 году, как и в 2019-м, велся учет обращений экспертов к консультантам: зарегистрировано 1236 обращений во время проверки основного экзамена. Это в 1,5 раза больше, чем в прошлом году, и обусловлено, вероятно, большей доступностью консультаций: не надо переходить в другие аудитории, иногда дожидаться своей очереди. Наибольшие трудности при проверке вызвали 27-я и 28-я задачи.

Общая статистика по задачам выглядит следующим образом:

№ 27 (качественная): 254 обращения.

№ 28 (новая расчетная задача повышенного уровня): 263 обращения.

№ 29 (расчетная по механике): 141 обращение.

№ 30 (расчетная по МКТ и термодинамике): 218 обращений.

№ 31 (расчетная по электродинамике): 169 обращений.

№ 32 (расчетная по квантовой физике): 191 обращение.

Количество обращений основных экспертов к экспертам-консультантам достаточно велико. Это, с одной стороны, приветствуется и рассматривается в качестве дополнительного ресурса повышения квалификации членов предметной комиссии, направленного на повышение согласованности в оценивании. С другой стороны, наблюдались тенденции перекалывания ответственности по принятию решения на плечи эксперта-консультанта даже в стандартных ситуациях оценивания, что будет учтено при организации подготовки членов предметной комиссии к работе на экзамене в будущем году.

3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЕГЭ 2020 ГОДА

Поскольку экзаменационная работа 2020 года была построена на основе того же федерального компонента государственного образовательного стандарта, что и

работа 2019 года, существенных концептуальных изменений в ее структуре и содержании не было. Тем не менее, незначительные изменения произошли.

Вариант экзаменационной работы 2020 года, как и в 2019 году, состоял из двух частей и включал в себя 32 задания, различающихся содержательно, имеющих разную структуру и уровень сложности (табл. 3). 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.

Часть 2, как и в предыдущие годы, содержала 8 заданий, объединенных общим видом деятельности — решением задач.

Таблица 3

Структура экзаменационной работы в 2020 году по сравнению с экзаменационной работой 2019 года

Часть работы	Количество заданий		Максимальный первичный балл (процент от максимального первичного балла за всю работу)		Тип заданий	
	2019 год	2020 год	2019 год	2020 год	2019 год	2020 год
1 часть	24	24	34 (65 %)	34 (64 %)	С кратким ответом	С кратким ответом
2 часть	8	8	18 (35 %)	19 (36 %)	С кратким ответом и с развернутым ответом	С кратким ответом и с развернутым ответом
<i>Итого</i>	32	32	52	53		

Судя по данным таблицы 3, общее количество заданий и их распределение по частям работы не изменилось, однако слегка увеличились максимальный первичный балл и вклад в максимально возможную оценку второй части экзаменационной работы.

Это связано с тем, что расчетная задача по механике (или молекулярной физике), которая ранее была представлена в части 2 в виде задания с кратким ответом, теперь предлагалась для развернутого решения, имела по-прежнему повышенный уровень сложности, но оценивалась максимально в 2 балла вместо 1 балла в 2019 году.

Это нововведение объяснялось ФПК тем, что анализ веера ответов к расчетным задачам повышенного уровня, проверяемым по правильности ответа, показывает, что достаточно многочисленная часть участников экзамена допускает ошибки не в формулах (физические ошибки), а при расчетах или в процессе математических преобразований (математические ошибки). При этом решение всей задачи оценивается в 0 баллов, хотя все необходимые законы и формулы эта группа выпускников применяет правильно. Перевод таких расчетных задач в форму с развернутым ответом дает возможность оценивать как полностью верные ответы, так и частично верные, в которых правильно используется физическая модель при наличии проблем с математикой. Именно эти идеи были заложены в обобщенных критериях оценивания.

Таким образом, число заданий повышенного уровня с кратким ответом во второй части работы сократилось на одно, а число заданий с развернутым ответом, соответственно, на одно увеличилось. Поэтому увеличился на единицу максимальный первичный балл за вторую часть работы и за всю работу в целом.

В 2020 году в задании № 24 по астрофизике вместо выбора двух обязательных верных ответов предлагался выбор всех верных ответов, число которых может составлять либо 2, либо 3. Это задание оценивалось максимально двумя первичными баллами, если указаны все верные элементы ответа, одним баллом — если допущена одна ошибка (в том числе указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа). Если допущены две ошибки, задание оценивалось в 0 баллов. Таким образом, в задании № 24 базового уровня по астрономии тестируется новая модель заданий с множественным выбором ответа: выбор всех верных ответов (а их может быть два или три) вместо выбора двух правильных ответов из пяти предложенных (три оставшихся гарантированно неправильные).

Полностью сохранено распределение числа заданий по разделам школьного курса физики и способам деятельности.

Некоторые изменения произошли в распределении заданий по уровням сложности: увеличилось на две единицы количество заданий базового уровня при одновременном уменьшении на две единицы количества заданий повышенного уровня (табл. 4).

Таблица 4

Распределение заданий по уровню сложности в 2020 году по сравнению с 2019 годом

Уровень сложности	Количество заданий		Процент от максимально возможного первичного балла		Распределение заданий по частям работы	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Базовый	19	21	46	53	1-я часть: 19	1-я часть: 21
Повышенный	9	7	31	24	1-я часть: 5 2-я часть: 4	1-я часть: 3 2-я часть: 4
Высокий	4	4	23	23	2-я часть: 4	2-я часть: 4
<i>Итого</i>	32	32	100	100	32	32

Несмотря на увеличение количества заданий, требующих развернутого ответа, общее время, отведенное на выполнение работы, и нормы времени на выполнение заданий разных типов не изменились.

Таким образом, очевидна преемственность тематического наполнения и структуры КИМ 2019 и 2020 годов. Используемые в Санкт-Петербурге варианты КИМ полностью соответствовали заявленной в спецификации структуре.

Ошибок и неточностей в формулировках заданий первой части не выявлено.

При анализе ошибок, допущенных экспертами предметной комиссии, и затруднений экзаменуемых были сформулированы пожелания по изменению формулировок задач. Эти пожелания подробно представлены в разделе отчета, посвященном анализу выполнения заданий с развернутым ответом.

Основные из них:

– В качественной задаче № 27 считаем полезным ввести в текст условия прямое указание на то, что графики должны быть перестроены с учетом количественных соотношений в определенном масштабе. Сейчас это указание есть в условии задачи в виде намека: нарисована масштабная сетка.

– Оценивание расчетной задачи повышенного уровня № 28 было затруднено недостаточно удачным выбором значений углов.

– В вопросе задачи № 30 желательно конкретизировать, что под количеством воды понимается именно масса. (Часто встречаемая трактовка экзаменуемых — «количество вещества»).

Рассмотренные предметной комиссией две жалобы на нехватку в отдельных вариантах справочных данных не подтвердились и были с соответствующими экспертными заключениями переданы в городскую экзаменационную комиссию.

4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКЗАМЕНА 2020 ГОДА

4.1. Характеристика участников экзамена по физике 2020 года

Экзамен по физике в 2020 году выбрали 5403 выпускника (5768 – в прошлом году). Это составляет 16,17% от общего числа сдававших ЕГЭ, что несколько меньше, чем в 2019 году (см. таблицу 5).

Таблица 5

Количество участников ЕГЭ по физике за последние три года

2018 г.		2019 г.		2020 г.	
Чел.	% от общего числа участников	Чел.	% от общего числа участников	Чел.	% от общего числа участников
6076	20,15	5768	18,35	5403	16,17

Распределение участников экзамена по гендерному признаку, как и в прошлом году, слегка изменилось в пользу юношей (табл. 6).

Таблица 6

Соотношение количества девушек и юношей

	2018		2019		2020	
	Чел.	% от общего числа участников	Чел.	% от общего числа участников	Чел.	% от общего числа участников
Девушки	1367	22,5	1260	21,84	1186	21,95
Юноши	4709	77,5	4508	78,16	4217	78,05

В таблице 7 приведены данные о количестве участников ЕГЭ по физике по основным категориям экзаменующихся.

Таблица 7

Распределение участников ЕГЭ по физике по категориям

	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Всего участников ЕГЭ по предмету	6076	5768	5403
Из них:			
выпускников текущего года, обучающихся по программам СОО	5287	4957	4762
выпускников текущего года, обучающихся по программам СПО	234	270	203
выпускников прошлых лет	555	541	432

Помимо этого, среди экзаменуемых были пять выпускников, не завершивших среднее общее образование, и один обучающийся иностранной образовательной организации.

Характеристика участников экзамена по типам образовательных организаций приведена в таблице 8.

Таблица 8

Распределение участников экзамена по физике по типам ОУ

Всего выпускников текущего года (ВТГ)	4762
Средняя общеобразовательная школа	2096
Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов	885
Лицей	856
Гимназия	657
Кадетский (морской кадетский) военный корпус	91
Нахимовское военно-морское училище	44
Кадетская школа	7
Центр образования	39
Суворовское военное училище	33
Университет	27
Академия	8
Институт	2
Средняя общеобразовательная школа-интернат с углубленным изучением отдельных предметов	8
Центр лечебной педагогики и дифференцированного обучения	4
Специальная (коррекционная) школа-интернат	3
Основная общеобразовательная школа	1
Основная общеобразовательная школа-интернат	1

Распределение участников ЕГЭ по предмету по районам Санкт-Петербурга дано в таблице 9.

Распределение участников экзамена по физике по районам Санкт-Петербурга

Район	Количество участников ЕГЭ по учебному предмету	% от общего числа участников в регионе
Адмиралтейский	233	4,31
Василеостровский	258	4,78
Выборгский	493	9,12
Калининский	522	9,66
Кировский	306	5,66
Колпинский	148	2,74
Красногвардейский	297	5,50
Красносельский	366	6,77
Кронштадтский	90	1,67
Курортный	47	0,87
Московский	339	6,27
Невский	410	7,59
Петроградский	180	3,33
Петродворцовый	167	3,09
Приморский	491	9,09
Пушкинский	265	4,90
Фрунзенский	317	5,87
Центральный	284	5,26
ОУ городского подчинения (Комитет по образованию)	190	3,52
	5403	100%

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Количество участников экзамена по физике по сравнению с прошлым годом несколько уменьшилось, уменьшилась и доля сдававших физику по отношению к общему числу участников ЕГЭ. Это снижение фиксируется в течение ряда последних лет.

Процентное соотношение между юношами и девушками в целом соответствует аналогичным показателям прошлых лет, но продолжает смещаться в сторону увеличения количества юношей.

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.

Процентные соотношения между участниками экзамена, обучавшимися в образовательных организациях разных типов, тоже достаточно стабильны и в целом соответствуют аналогичным показателям прошлых лет.

Несколько уменьшилось по сравнению с прошлым годом количество экзаменуемых — выпускников системы СПО, и их доля среди сдававших экзамен составила 3,76% против 4,54% в прошлом году. Доля выпускников прошлых лет среди участников экзамена тоже несколько уменьшилась: с 9,1 до 8,0% (табл. 10).

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

Категория участников ЕГЭ по физике	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год
Выпускники прошлых лет	659	555	541	432
Выпускники СПО	271	234	270	203

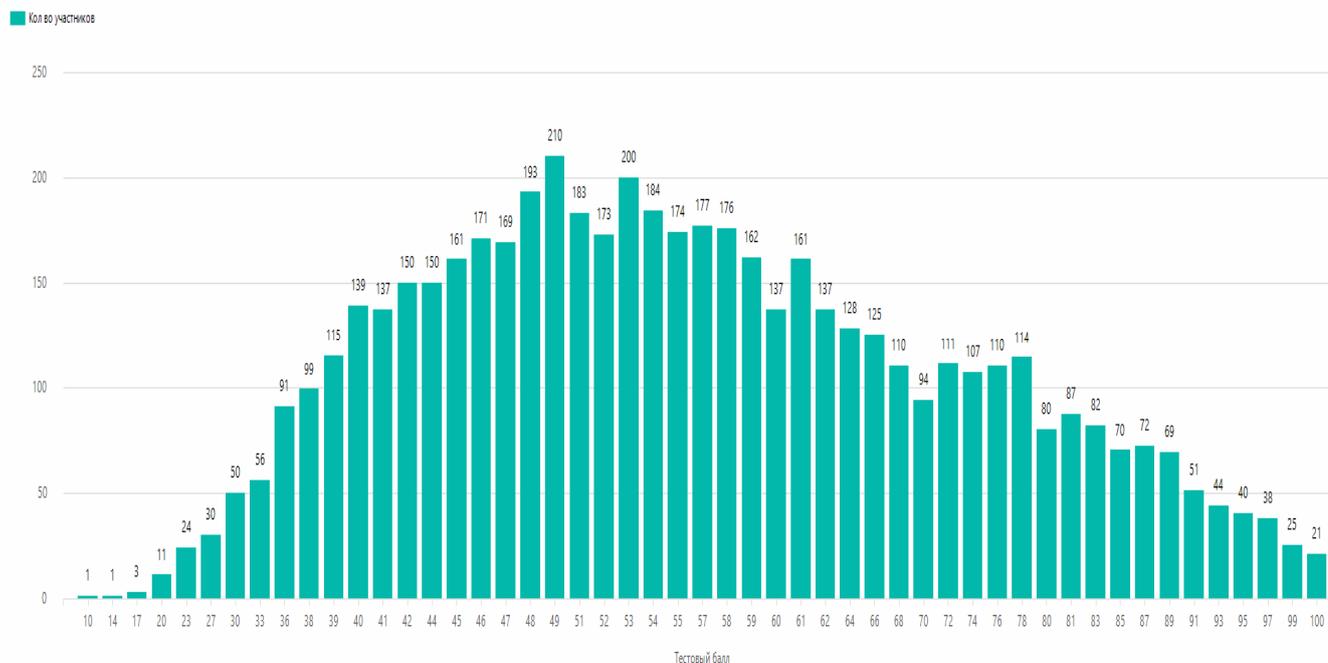
Анализ количественных показателей участия в экзамене по физике в Санкт-Петербурге за последние несколько лет позволяет выявить тенденцию уменьшения количества участников экзамена и их доли в общем количестве сдававших ЕГЭ. Эта тенденция может быть объективно объяснена возможностью замены вступительного 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 2020 году

Средний балл за все этапы экзамена составил 57,6, что несколько выше, чем в прошлом году (57,2). Двадцать один экзаменуемый получил максимальный балл, в прошлом году их количество было выше (34 человека).

Диаграмма 1

Распределение участников ЕГЭ по физике по тестовым баллам в 2020 г.



В таблице 11 представлена динамика основных результатов ЕГЭ по физике за последние три года.

Таблица 11

Сравнение результатов ЕГЭ по физике за последние три года

	Санкт-Петербург		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Не набрали минимального балла	3,34%	4,35%	3,26%
Средний тестовый балл	55,41	57,55	57,58
Получили от 81 до 99 баллов	6,12%	12,45%	10,70%
Получили 100 баллов	20	33	21

Результаты по группам участников экзамена с различным уровнем подготовки представлены в таблице 12.

Таблица 12

Распределение результатов для разных категорий участников экзамена

Группы участников по результатам	Санкт-Петербург					
	Выпускники общеобразовательных организаций текущего года	Выпускники общеобразовательной организации, не завершившие среднее общее образование (не прошедшие ГИА)	Выпускники прошлых лет	Обучающийся иностранной образовательной организации	Обучающиеся образовательных организаций СПО	Участники ЕГЭ с ОВЗ
Доля участников, набравших балл ниже минимального	0,02	0,2	0,05	0	0,18	0,04
Доля участников, получивших от минимального балла до 60 баллов	0,61	0,8	0,69	0	0,77	0,63
Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	0,25	0	0,20	1	0,05	0,21
Доля участников, получивших от 81 до 99 баллов	0,12	0	0,06	0	0	0,12
Количество участников, получивших 100 баллов, чел.	20	0	1	0	0	0

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

Результаты ЕГЭ по группам участников ЕГЭ с различным уровнем подготовки по типам ОО (таблица 13).

Таблица 13

Распределение результатов участников экзамена с учетом типа ОУ

	Доля участников, получивших тестовый балл				Количество участников, получивших 100 баллов
	Ниже минимального	От минимального до 60 баллов	От 61 до 80 баллов	От 81 до 99 баллов	
Средняя общеобразовательная школа	0,04	0,70	0,20	0,06	4
Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов	0,02	0,63	0,27	0,08	0
Средняя общеобразовательная школа-интернат с углубленным изучением отдельных предметов	0,13	0,87	0	0	0
Гимназия	0,02	0,59	0,26	0,13	3
Лицей	0,01	0,37	0,35	0,27	11
Академия	0	0,5	0,38	0,12	0
Университет	0	0,07	0,43	0,5	0
Институт	0	1	0	0	0
Кадетская школа	0	0,72	0,14	0,14	0
Кадетский (морской кадетский) военный корпус	0,01	0,76	0,14	0,09	0
Нахимовское военно-морское училище	0,02	0,77	0,12	0,09	0
Суворовское военное училище	0	0,51	0,35	0,14	2
Основная общеобразовательная школа	0	1	0	0	0
Основная общеобразовательная школа-интернат	0	1	0	0	0
Техникум	0,19	0,81	0	0	0
Профессиональный лицей	0,25	0,50	0,25	0	0
Колледж	0,19	0,77	0,04	0	0
Специальная (коррекционная) школа-интернат	0	1	0	0	0
Центр лечебной педагогики и дифференцированного обучения	0,25	0,50	0,25	0	0
Центр образования	0,11	0,80	0,09	0	0
Иное	0,06	0,69	0,19	0,06	1

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

Основные результаты ЕГЭ по физике в сравнении по АТЕ (таблица 14).

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

Административная принадлежность ОУ	Доля участников, получивших тестовый балл				Количество участников, получивших 100 баллов
	ниже минимального	от минимального до 60 баллов	от 61 до 80 баллов	от 81 до 99 баллов	
Комитет по образованию	0,19	0,77	0,03	0,00	0
ОУ Адмиралтейского района	0,03	0,66	0,22	0,09	3
ОУ Василеостровского района	0,04	0,45	0,29	0,22	2
ОУ Выборгского района	0,03	0,62	0,27	0,08	2
ОУ Калининского района	0,02	0,54	0,28	0,16	3
ОУ Кировского района	0,03	0,67	0,23	0,08	1
ОУ Колпинского района	0,02	0,68	0,22	0,08	0
ОУ Красногвардейского района	0,02	0,63	0,25	0,10	1
ОУ Красносельского района	0,03	0,71	0,21	0,05	0
ОУ Кронштадтского района	0,02	0,76	0,14	0,08	0
ОУ Курортного района	0,02	0,64	0,30	0,04	0
ОУ Московского района	0,04	0,68	0,20	0,08	1
ОУ Невского района	0,02	0,59	0,26	0,12	0
ОУ Петроградского района	0,03	0,62	0,20	0,15	1
ОУ Петродворцового района	0,01	0,66	0,23	0,10	0
ОУ Приморского района	0,02	0,61	0,28	0,09	0
ОУ Пушкинского района	0,02	0,64	0,24	0,10	1
ОУ Фрунзенского района	0,03	0,68	0,21	0,07	0
ОУ Центрального района	0,03	0,42	0,26	0,26	6

Лидерами по проценту двоечников в 2020 году, как и в прошлые годы, стали выпускники системы СПО, выпускники прошлых лет и выпускники центров образования. Наибольший процент высокобалльных работ и «стобалльников» традиционно у статусных школ, известных не только в Санкт-Петербурге, но и в других регионах РФ.

В следующих таблицах приведены названия ОУ, показавших наилучшие и наихудшие результаты в ЕГЭ по физике в 2020 году.

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

- ✓ Число сдававших экзамен по физике не менее 10.
- ✓ 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, равна нулю.

В таблицах 15 и 16 перечислены ОО продемонстрировавшие наиболее высокие и наиболее низкие результаты ЕГЭ по физике, соответственно.

Таблица 15

**Образовательные организации, показавшие в 2020 году
наилучшие результаты на ЕГЭ по физике**

Наименование ОО	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов, в %	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, в %	Доля участников, не набравших минимального балла, в %
ГБОУ «Президентский ФМЛ № 239»	74	25	0
ГБОУ лицей №366	37	53	0
ГБОУ лицей №30	49	39	0
ГБНОУ Аничков лицей	44	44	0
ГБОУ СОШ № 617	20	60	0
ГБОУ лицей № 344	32	41	0
ГБОУ гимназия № 116	38	31	0
ГБОУ лицей №150	43	36	0
ГБОУ гимназия № 56	39	36	0
Лицей ФТШ	61	32	0
ГБОУ СОШ № 348	36	57	0
ФГБОУ ВО СПбГУ	52	44	0
Естественнонаучный лицей СПбПУ	42	40	0

Основные критерии для формирования списка ОУ, показавших наихудшие результаты:

- ✓ Число сдававших экзамен по физике не менее 10.
- ✓ 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 16

**Образовательные организации, показавшие в 2020 году
наихудшие результаты на ЕГЭ по физике**

Наименование ОО	Доля участников, не набравших минимального балла, в %	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, в %	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов, в %
ГБОУ СОШ № 454	10	0	0
Кадетский пожарно-спасательный корпус	12	0	0
ГБОУ СОШ № 484	15	8	0
ГБОУ СОШ № 559	8	8	0

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

Результаты экзамена в Санкт-Петербурге уже шестой год по всем основным позициям превышают аналогичные результаты в среднем по РФ.

Сравнение результатов основного экзамена 2020 года в целом по Российской Федерации и в Санкт-Петербурге представлено в таблице 17.

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

	Средний тестовый балл	Кол-во получивших максимальный балл	Процент не преодолевших минимальный порог баллов
РФ	54,48	302	5,65
Санкт-Петербург	57,60	20	3,15

Средний балл в 2020 году (57,60) примерно такой же, как в 2019-м (57,13), и традиционно выше, чем в среднем по России. У подавляющего большинства экзаменуемых практически всех категорий тестовый балл находится в пределах от минимального до 60. Он по-прежнему отражает усвоение выпускниками текущего года основных понятий, моделей, формул и законов школьного курса физики лишь на базовом уровне, что ожидаемо, так как подавляющее большинство выпускников текущего года в старшей школе изучали физику именно на этом уровне.

Средний балл выпускников текущего года традиционно и существенно выше среднего балла для всех других категорий абитуриентов. Этот факт и тенденция постоянного, хоть и не очень значительного роста среднего балла по региону свидетельствуют 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.

Если в 2019 году в Санкт-Петербурге почти в два раза (с 6,11 до 12,15%) увеличилась доля высокобалльных (более 81 балла) работ, то в текущем году этот показатель несколько снизился и составил 10,70%. Это снижение не является кардинальным и остается в русле общей тенденции: прирост среднего балла осуществляется преимущественно за счет наиболее подготовленных участников экзамена. Как и в прежние годы, среди выпускников текущего года наилучшие результаты ожидаемо показывают «статусные» естественнонаучные образовательные учреждения (лицеи) регионального или федерального подчинения. По сравнению с прошлым годом существенно уменьшилось количество стобалльников (с 34 до 21), но такое же уменьшение произошло и в целом по РФ (с 456 до 302) и практически в той же пропорции. Поэтому мы относим его за счет специфики подготовки к экзамену в текущем году и особенностей контрольно-измерительных материалов.

Традиционно самый высокий процент «двоечников» у выпускников ПОУ, однако в этом году он ниже, чем в прошлом: 18% против 26%. Тем не менее, уровень подготовки по предмету в ПОУ кардинально не меняется и по-прежнему не выдерживает конкуренции с уровнем подготовки в общеобразовательных школах.

В течение последних трех лет прослеживается тенденция улучшения результатов выпускников кадетских школ.

В 2020 году существенно (с 17 до 5%) уменьшилась доля выпускников прошлых лет, не перешагнувших нижний порог. При этом одновременно существенно увеличилась и доля хороших и отличных работ (с 15 до 26%) у этой категории экзаменуемых. Как и в 2019 году, среди выпускников прошлых лет есть участники экзамена, которые показали максимальный 100-балльный результат. Тенденция улучшения результатов выпускников прошлых лет прослеживается уже четвертый год. Это

можно объяснить тем, что значительную их часть составляют выпускники 2014–2019 годов, уже знакомые со спецификой контрольных измерительных материалов и подходами к организации экзамена в формате ЕГЭ.

Среди школ, показавших наилучшие результаты по доле высокобалльных работ при одновременном отсутствии «двоечников», ряд образовательных учреждений попадали в аналогичный список в течение последних трех лет: это ГБОУ лицей № 30, ГБОУ «Президентский ФМЛ № 239», Лицей ФТШ, ГБОУ лицей № 366 и ГБОУ гимназия № 116. Результаты этих школ можно считать стабильно высокими и статистически подтвержденными. Естественнонаучный лицей СПбПУ, ФГБОУ ВО СПбГУ, ГБОУ лицей № 150 попадают в список лидеров уже второй год.

Среди школ, показавших наихудшие результаты, Кадетский пожарно-спасательный корпус и ГБОУ СОШ № 484 попадали в аналогичный список и в прошлом году.

В целом следует отметить, что основные статистические показатели экзамена по физике текущего года иногда немного лучше, иногда чуть хуже аналогичных показателей прошлого года при сохранении общих тенденций.

4.3. Результаты выполнения отдельных заданий и групп заданий

В таблице 18 представлены результаты выполнения заданий экзаменационной работы 2020 года, включающие в себя средний процент выполнения по всем экзаменационным работам, а также средние значения выполнения по отдельным группам экзаменуемых.

Средний процент выполнения вычисляется по формуле $p = \frac{N}{n \cdot m} \cdot 100\%$, где N — сумма первичных баллов, полученных всеми участниками группы за выполнение задания, n — количество участников в группе, m — максимальный первичный балл за задание.

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

**Результаты выполнения заданий основного экзамена 2020 года по группам
экзаменуемых с разным уровнем подготовки**

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Санкт-Петербурге				
			средний	в группе не на- бравших мини- мальный балл	в группе получив- ших от минималь- ного до 60 баллов	в группе получив- ших от 61 до 80 баллов	в группе получив- ших от 81 до 100 баллов
1	Равноускоренное и равномерное прямо- линейное движение: умение определять проекцию вектора ускорения по графику зависимости проекции вектора скорости от времени на разных участках движения. (Самостоятельная запись ответа в пред- ложенных единицах измерения)	Базовый	83,66	23,30	79,83	95,14	98,33
2	Законы Ньютона: умение определять гра- фически равнодействующую двух сил, изображенных на рисунке в определен- ном масштабе и направленных под углом друг к другу. (Самостоятельная запись ответа в пред- ложенных единицах измерения)	Базовый	78,64	14,20	71,62	96,48	98,83
3	Импульс тела: умение применять формулу второго закона Ньютона в импульсной форме. (Самостоятельная запись ответа в пред- ложенных единицах измерения)	Базовый	71,28	18,18	60,22	94,36	99,50
4	Механические волны, звук: умение приме- нять формулу связи скорости звука с длиной звуковой волны в стандартной ситуации. (Самостоятельная запись ответа в пред- ложенных единицах измерения)	Базовый	70,28	3,41	59,83	94,13	97,50
5	Свободное падение тел: умение интерпре- тировать график изменения с течением времени кинетической или потенциальной энергии свободно падающего тела, соотно- сить график с описанием процесса падения. (Множественный выбор)	Повышенный	90,28	59,09	87,08	98,43	100
6	Плавание тел на поверхности жидкости: умение анализировать изменение физиче- ских величин при изменении плотности плавающего тела или жидкости. (Соответствие между величинами и ха- рактером их изменения)	Базовый	78,73	47,16	71,05	93,50	99,50

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Санкт-Петербурге				
			средний	в группе не на- бравших мини- мальный балл	в группе получив- ших от минималь- ного до 60 баллов	в группе получив- ших от 61 до 80 баллов	в группе получив- ших от 81 до 100 баллов
7	Равноускоренное прямолинейное движение: умение описывать движение аналитически. (Соответствие между величинами и формулами, описывающими их зависимость от времени)	Базовый	87,49	31,25	83,77	99,22	99,83
8	Связь температуры со средней кинетической энергией: умение применять соответствующую формулу для сравнения двух состояний идеального газа. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	88,43	63,91	85,20	96,48	97,16
9	Первый закон термодинамики: умение применять первое начало термодинамики для расчета одной из входящих в него величин. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	66,74	15,91	56,31	87,39	95,99
10	Относительная влажность воздуха: умение применять формулу определения относительной влажности воздуха в простейшей ситуации. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	74,35	9,09	64,52	97,42	99,33
11	Изменение агрегатных состояний: умение интерпретировать и сравнивать графики зависимости температуры тела, претерпевающего агрегатные превращения, от переданного ему количества теплоты. (Множественный выбор)	Повышенный	93,76	72,16	91,82	98,98	99,83
12	Уравнение Менделеева-Клапейрона, газовые законы: умение анализировать изменение физических величин, описывающих состояние идеального газа, с опорой на диаграмму состояний. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	90,25	47,16	87,32	99,37	99,83
13	Принцип суперпозиции электрических полей: умение определять направление результирующей кулоновской силы при взаимодействии нескольких точечных зарядов. (Самостоятельная запись ответа в виде слова)	Базовый	80,66	30,11	75,29	93,34	98,50

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Санкт-Петербурге				
			средний	в группе не на- бравших мини- мальный балл	в группе получив- ших от минималь- ного до 60 баллов	в группе получив- ших от 61 до 80 баллов	в группе получив- ших от 81 до 100 баллов
14	Работа и мощность постоянного тока: умение применять формулу определения мощности постоянного тока в простейших ситуациях. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	73,09	21,02	62,13	96,55	99,67
15	Законы отражения и преломления света: умение определять углы при отражении света в плоском зеркале. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	65,82	9,09	55,60	86,30	95,99
16	Электромагнитная индукция: умение описывать процесс возникновения индукционного тока, возникающего при движении проводника в постоянном магнитном поле, и анализировать изменения соответствующих физических величин с опорой на график зависимости площади замкнутого проводящего контура от времени. (Множественный выбор)	Повышенный	93,34	80,68	90,75	98,75	100
17	Законы постоянного тока: умение анализировать изменение распределения напряжений и токов в полной цепи постоянного тока со смешанным соединением проводников при изменении сопротивления внешней цепи. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	84,69	56,82	79,23	95,85	99,67
18	Свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре: умение описывать изменения физических величин с помощью графиков их зависимости от времени. (Соответствие между величинами и графиками их зависимости от времени)	Базовый	73,09	31,82	62,64	94,05	99,00
19	Ядерные реакции: умение определять зарядовые и массовые числа ядер, участвующих в ядерной реакции. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Базовый	86,60	25,00	83,17	98,43	98,66

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Санкт-Петербурге				
			средний	в группе не на- бравших мини- мальный балл	в группе получив- ших от минималь- ного до 60 баллов	в группе получив- ших от 61 до 80 баллов	в группе получив- ших от 81 до 100 баллов
20	Закон радиоактивного распада: умение применять формулу закона радиоактивного распада применительно к количеству вещества. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	72,39	4,55	62,88	94,44	98,50
21	Излучение и поглощение света атомами: умение идентифицировать и сравнивать процессы поглощения и излучения квантов света на основе диаграммы энергетических уровней атома. (Соответствие между процессом и его схематическим изображением на диаграмме)	Базовый	60,61	22,16	47,75	83,40	95,33
22	Измерение физических величин: определение показаний стандартного школьного измерительного прибора с учетом погрешности прямого измерения. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел в предложенных единицах измерения)	Базовый	84,77	32,95	81,29	95,22	97,16
23	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Базовый	81,53	19,32	75,26	97,96	99,83
24	Элементы астрофизики: умение интерпретировать информацию, представленную на диаграмме Герцшпрунга-Рессела. (Множественный выбор)	Базовый	88,88	47,16	85,80	97,73	99,50
25	Электродинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на сравнение амплитуд величин, описывающих колебательные процессы в разных колебательных контурах. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Повышенный	32,98	1,70	13,04	61,39	93,16
26	Квантовая физика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение уравнения Эйнштейна при описании фотоэффекта. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Повышенный	26,17	0	5,97	53,33	88,98

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Санкт-Петербурге				
			средний	в группе не на- бравших мини- мальный балл	в группе получив- ших от минималь- ного до 60 баллов	в группе получив- ших от 61 до 80 баллов	в группе получив- ших от 81 до 100 баллов
27	МКТ и термодинамика (умение строить в предложенном масштабе график зависимости одной термодинамической величины от другой на основе графика зависимости от этой же величины внутренней энергии или концентрации идеального газа): умение решать качественные задачи	Повышенный	28,24	0	11,41	52,00	80,08
28	Механика (равновесие невесомого стержня с подвешенным к нему грузом, находящегося в ящике с гладким дном и стенками): умение решать стандартные расчетные задачи	Повышенный	25,25	0	6,16	50,67	85,31
29	Механика (применение закона сохранения импульса и второго закона Ньютона при описании взаимодействия пробирки, подвешенной на двух нитях, и вылетающей из нее пробки): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	10,11	0	0,83	13,23	58,32
30	Молекулярная физика (применение уравнения Менделеева-Клапейрона и определения влажности воздуха для описания потери воды при дыхании человека): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	17,60	0	3,06	31,27	74,96
31	Электродинамика (применение законов постоянного тока и принципа суперпозиции для расчета результирующей силы Ампера, действующей со стороны постоянного магнитного поля на подключенный к источнику тока проводящий контур сложной структуры): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	11,22	0	1,10	16,26	60,32
32	Геометрическая оптика (использование формулы тонкой линзы применительно к мнимому и действительному изображениям, полученным с помощью одной собирающей линзы): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	15,24	0,19	1,84	25,01	73,79

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

Остановимся более подробно на заданиях, процент выполнения которых ниже 70, и (или) тех, которые вызвали существенные затруднения у «средней», то есть наиболее многочисленной группы экзаменуемых (тестовый балл выше минимального, но ниже 61).

Задание №3 (средний процент выполнения: 71,28)

Тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении под действием постоянной силы величиной 5 Н. За 4 с импульс тела увеличился и стал равен 35 кг · м/с. Чему был равен первоначальный импульс тела?

Ответ: _____ кг · м/с.

Задание абсолютно стандартное, на одну формулу. В сильных группах процент выполнения выше 90. Сравнительно неплохо выполнено «двоечниками» – 18,18%, но вызвало затруднения у средней группы – 60,22%. Возможная причина – формула (запись второго закона Ньютона в импульсной форме) сравнительно редко используется при решении расчетных задач.

Задание №4 (средний процент выполнения: 70,28)

В воздухе распространяется волна от источника, колеблющегося с частотой 660 Гц. Скорость звука в воздухе равна 330 м/с. Какова длина звуковой волны в воздухе?

Ответ: _____ м.

Задание стандартное, на применение формулы связи частоты, скорости и длины волны звуковых волн. В сильных группах процент выполнения выше 90, однако очень плохо выполнено «двоечниками» – 3,41%, и существенные затруднения вызвало у «средняков» – 59,83%. Возможная причина – «точечное» изучение механических волн в школьном курсе.

Задание №9 (средний процент выполнения: 66,74)

Идеальный одноатомный газ, расширяясь изобарно, совершил работу, равную 60 Дж. При этом увеличение внутренней энергии газа составило 90 Дж. Количество вещества газа не изменялось. Какое количество теплоты сообщили газу в этом процессе?

Ответ: _____ Дж.

Сильные группы справились без затруднений. Сравнительно неплохо задание выполнено теми, кто не преодолел минимальной границы (15,91%), существенные (и традиционные) затруднения у средней группы – 56,31%. Возможная причина – необходимость внимательно следить за знаками работы и изменения внутренней энергии.

Задание №10 (средний процент выполнения: 74,35)

В воздухе школьного класса при относительной влажности 20% парциальное давление водяного пара равно 800 Па. Определите давление насыщенного водяного пара при данной температуре.

Ответ: _____ Па.

Задание на знание определения относительной влажности воздуха. В сильных группах процент выполнения выше 90, существенные затруднения у «двоечников» и «средняков» – 9,09% и 64,52%. Проблемы с выполнением заданий любого уровня сложности по теме «Насыщенный пар. Влажность воздуха» являются традиционными и пока неустраняемыми..

Задание №14 (средний процент выполнения: 73,09)

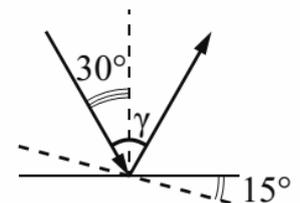
Электрическая лампочка мощностью 12 Вт рассчитана на напряжение 6 В. Определите по этим параметрам силу тока, протекающего через нить накаливания лампочки, работающей в номинальном режиме.

Ответ: _____ А.

Сильные группы справились без затруднений (более 90%), сравнительно плохо задание выполнено теми, кто не преодолел минимальной границы (21,02%), существенные затруднения у средней группы – 62,13%. Возможную причину по элементарному заданию одного варианта определить затруднительно.

Задание №15 (средний процент выполнения: 65,82)

Угол падения луча света на горизонтальное плоское зеркало равен 30° . Каким будет угол γ , образованный падающим и отражённым лучами, если повернуть зеркало на 15° так, как показано на рисунке?



Ответ: _____ градусов.

Сильные группы справились без затруднений. Те же, кто не преодолел минимальной границы, и средняя группа испытали существенные затруднения: 9,09% и 55,6%. Возможная причина – физико-математическая: не добавили 15 градусов и к углу падения, и к углу отражения.

Задание №20 (средний процент выполнения: 72,39)

Период T полураспада изотопа калия ${}_{19}^{42}\text{K}$ равен 12,4 ч. Изначально образец содержал 1 мкмоль этого изотопа. Сколько мкмоль этого изотопа останется через 37,2 ч?

Ответ: _____ мкмоль.

Сильные группы справились без затруднений (более 90%), «двоечники» фактически не справились (4,55%), «средняки» тоже испытали затруднения (62,88%). Возможная причина – необходимость перейти от общепринятой формулировки закона радиоактивного распада в терминах «кол-ва молекул» к формулировке в терминах «кол-ва вещества».

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

Среди заданий на установление соответствия наихудшие результаты (средний процент выполнения менее 80 %) показаны по заданиям №6, 18 и 21. Задания №18 и 21 были выполнены хуже остальных и в прошлом году.

Задание №6 выполнено средней группой с результатом 71,05%, в сильных группах результат – более 90%.

Задание № 18 вызвало затруднения у группы не преодолевших порог и у «средняков».

Задание № 21 озадачило и «двоечников», и «средняков», и часть участников экзамена с хорошей подготовкой (от 61 до 80 тестовых баллов).

У самой сильной группы (81 балл и выше) ни одно из этих заданий затруднений не вызвало.

Задание №6 (средний процент выполнения: 78,73)

На поверхности пресной воды плотностью $\rho_1 = 1000 \text{ кг/м}^3$ плавает деревянный брусок. Как изменится масса вытесненной бруском жидкости и действующая на него сила Архимеда, если этот брусок будет плавать на поверхности керосина плотностью $\rho_2 = 800 \text{ кг/м}^3$?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

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

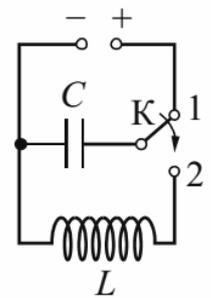
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Масса вытесненной бруском жидкости	Сила Архимеда

Аналогичные задания указывались в отчетах прошлых лет неоднократно. У экзаменуемых со слабой подготовкой трудности традиционно обусловлены формальным применением формулы Архимеда вместо рассмотрения равновесия плавающего тела через равенство нулю равнодействующей силы

Задание №18 (средний процент выполнения: 73,09)

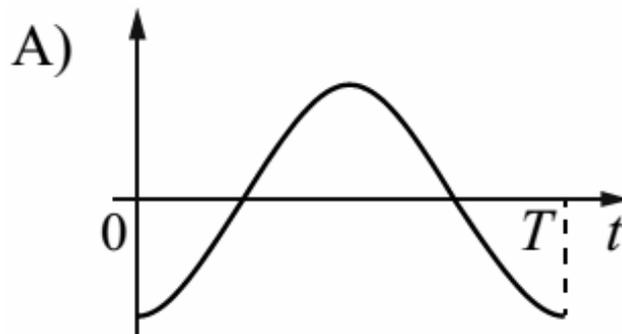
Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре после этого (T – период колебаний).



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать.

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

ГРАФИКИ



<input type="checkbox"/>

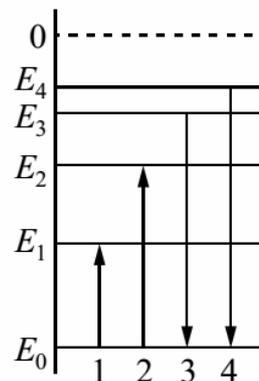
ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- 1) заряд левой обкладки конденсатора
- 2) сила тока в катушке
- 3) заряд правой обкладки конденсатора
- 4) энергия магнитного поля катушки

Задание базовое, неоднократно публиковалось в пособиях по подготовке к ЕГЭ, тем не менее, содержит «нестандартный» элемент — необходимость различать не только графики изменения разных величин, но и отличить друг от друга графики изменения зарядов правой и левой обкладок.

Задание №21 (средний процент выполнения: 60,61)

На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением кванта света наибольшей длины волны и излучением кванта света с наименьшей энергией? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, обозначающими энергетические переходы атома.



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

ПРОЦЕССЫ

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ

- | | |
|---|------|
| А) поглощение кванта света наибольшей длины волны | 1) 1 |
| | 2) 2 |
| Б) излучение кванта света с наименьшей энергией | 3) 3 |
| | 4) 4 |

Ответ:

А	Б

Базовые стандартные задания на энергетические переходы и постулаты Бора в последние годы не раз упоминались как проблемные. Трудности усвоения данной темы можно, вероятно, объяснить тем, что этот материал изучается в самом конце школьного курса и часто в условиях дефицита времени. В этом году тема, скорее всего, изучалась учащимися в дистанционном режиме

4.4.2. Расчетные задачи с кратким ответом из второй части экзаменационной работы

В задаче №25 проверялось умение решать стандартные расчетные задачи на сравнение величин, описывающих электромагнитные колебания в колебательном контуре.

Пример формулировки:

Конденсатор, заряженный до напряжения U_0 , в первый раз подключили к катушке с индуктивностью L , а во второй – к катушке с индуктивностью $4L$. В обоих случаях в контуре возникли свободные незатухающие электромагнитные колебания. Каково отношение амплитуд силы тока $\frac{I_{2\max}}{I_{1\max}}$ при этих колебаниях?

Ответ: _____.

В ходе решения задачи требовалось продемонстрировать знание специфики связи между амплитудами тока и напряжения в колебательном контуре с учетом периода колебаний. У экзаменуемых самой сильной группы задача затруднений практически не вызвала. Слабые экзаменуемые с ней не справились вообще, а «средняки» показали результат 13,04%. Затруднения «хорошистов» (с тестовым баллом от 61 до 80, результат выполнения – 61,39%), лишний раз показывают поверхностность усвоения темы «Электромагнитные колебания», что уже неоднократно отмечалось при анализе результатов ЕГЭ.

Задача №26 проверяла умение решать стандартные расчетные задачи на описание фотоэффекта.

Пример формулировки:

При облучении натриевого фотокатода светом частотой $\nu = 7,0 \cdot 10^{14}$ Гц запирающее напряжение для фотоэлектронов равно 0,6 В. Найдите длину волны, соответствующую «красной границе» фотоэффекта для натрия. Ответ выразите в микрометрах и округлите до сотых.

Ответ: _____ мкм.

Она имеет нулевой результат выполнения у «двоечников», очень низкий результат у «средняков» (5,97%) и достаточно низкий даже у «хорошистов» (53,33%). Решение подразумевает применение уравнения Эйнштейна с учетом еще трех формул: для определения энергии кванта падающего света, расчета работы выхода через длину волны, соответствующую красной границе фотоэффекта, и связь максимальной кинетической энергии фотоэлектронов с запирающим напряжением. Аналогичные задачи встречались в КИМ в предыдущие годы среди задач высокого уровня сложности с развернутым ответом, так как помимо знаний формул требовали нетривиальных вычислений для получения числового ответа. Поэтому малый средний процент выполнения (26,17%) и существенные затруднения почти всех групп экзаменуемых вполне ожидаемы и обусловлены как каждым из вышеперечисленных факторов, так и их совокупностью.

4.4.3. Анализ типичных ошибок заданий с развернутым ответом

Задание № 27 (качественная задача повышенного уровня)

Традиционно к качественной задаче приступает большинство экзаменуемых, даже принадлежащих к наиболее слабой группе, однако результаты ее решения редко выходят на значение полного усвоения. В этом году средний процент выполнения равен 28,24. В сильных группах результат выполнения более 50%, в самой сильной – 80,08%. Тем не менее, результат выполнения в наиболее многочисленной средней группе невысок – 11,41%.

Формулировка качественной задачи на основном экзамене, представленная ниже, включает в себя традиционные для школьного курса физики задания. Нетрадиционным является объединение в одном вопросе двух компонентов — газовых законов и зависимостей внутренней энергии (задание первого плана) или концентрации (задание второго плана) от одного из термодинамических параметров (объема или давления, соответственно).

Задание первого плана

На рис. 1 приведена зависимость внутренней энергии U 1 моль идеального одноатомного газа от его объёма V в процессе 1–2–3. Постройте график этого процесса в переменных p – V (p – давление газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

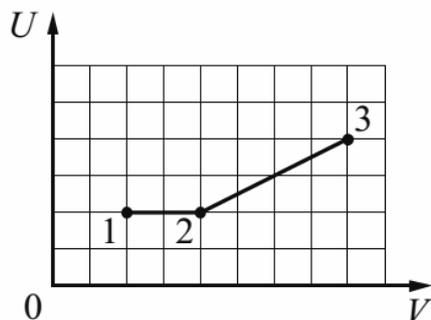


Рис. 1

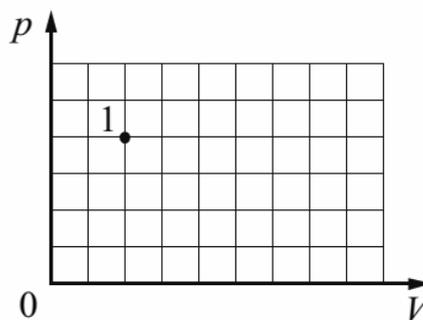


Рис. 2

Решение данной задачи требовало идентификации каждого из процессов и построения соответствующего ему участка на графике в p – V координатах с учетом количественных соотношений при изменении величин и со ссылкой на соответствующие формулы и законы (определение внутренней энергии, уравнение Менделеева-Клапейрона (или законы Бойля-Мариотта и Гей-Люссака)).

Наиболее часто встречающиеся сущностные ошибки участников экзамена:

- при правильном качественном понимании процессов не учитывают количественные соотношения при перестроении графиков;
- для изотермического процесса в p – V координатах строят прямую вместо гиперболы.

Помимо смысловых ошибок следует отметить наличие многочисленных недочетов оформления решения: экзаменуемые пытаются изобретать термины и обозначения, вместо четкой формулы появляется ее вербальное описание, вместо отношения величин – стрелочки, количественные соотношения описываются в терминах «клеток», что в совокупности создает традиционные трудности «расшифровки» письменного ответа. Качественная задача привычно дает самый большой процент третьей проверки, и этот год – не исключение: 25% от всех третьих проверок. Но это несколько меньше, чем в прошлом году на похожей качественной задаче (34%).

В этом году проблемы при оценивании часто касались идентификации ответа в качестве правильного или неправильного. Для качественной задачи это принципиально важно, так как при неправильном ответе нельзя поставить за задание более одного балла. Часто эксперты «не видели» количественных соотношений между величинами, если последние не отмечены на графике, а указаны в тексте решения. Считаем полезным ввести в тексты похожих задач прямое указание на то, что графики должны быть перестроены с учетом количественных соотношений в определенном масштабе, сейчас это указание присутствует в условии задачи в виде намека: нарисована масштабная сетка.

Задание второго плана

На рис. 1 приведена зависимость концентрации n идеального одноатомного газа от его давления p в процессе 1–2–3. Количество вещества газа постоянно. Постройте график этого процесса в переменных p – V (V – объём газа). Точка, соответствующая состоянию 1, уже отмечена на рис. 2. Построение объясните, опираясь на законы молекулярной физики.

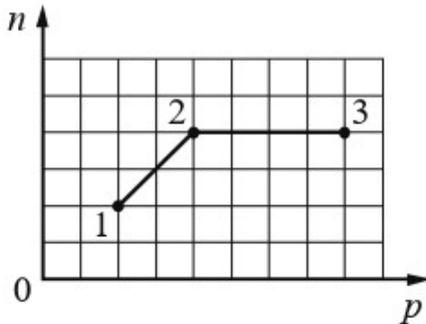


Рис. 1

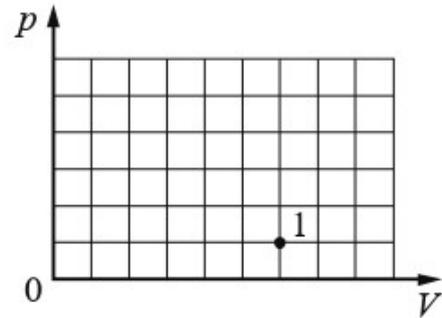


Рис. 2

Решение данной задачи основывается на знании определения концентрации, связи давления, концентрации и температуры, связи давления и объема в изотермическом процессе.

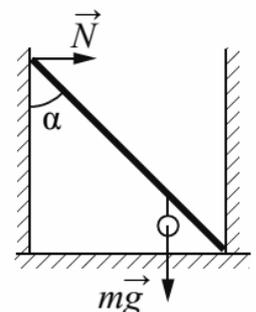
Типичные ошибки и недочеты участников экзамена, а также наши замечания по формулировке задания такие же, что приведены в анализе задания первого плана.

Кроме того, по нашему мнению, задание несколько неудачно в связи со следующим. Для получения правильного ответа – графика процессов в p – V осях – достаточно было использовать лишь соотношение между концентрацией и объемом при неизменном количестве вещества $n = \frac{N}{V}$. По сути, задание может быть сведено к чисто математическому – перестроению графика одной функции в график другой функции. Никакие другие физические соотношения при этом не требуются. Такое «нефизичное» решение встречалось неоднократно при проверке работ. Кроме того, невыставление максимального балла за такое решение было предметом одной из апелляций.

Задание № 28 (расчетная задача по механике повышенного уровня)

Эта задача в 2020 году была переведена из разряда оцениваемых компьютером в максимальный один первичный балл в разряд заданий с развернутым ответом, оцениваемым максимально в два первичных балла. Это расчетная задача, решаемая с помощью стандартного алгоритма.

Невесомый стержень длиной 3 м, находящийся в ящике с гладкими дном и стенками, составляет угол 45° с вертикалью (см. рисунок). К стержню на расстоянии 1 м от его правого конца подвешен на нити шар массой 3 кг. Каков модуль силы реакции опоры \vec{N} , действующей на стержень со стороны левой стенки ящика?



Средний результат выполнения – 25,25%, что оказалось несколько ниже, чем для стандартной задачи повышенного уровня сложности по механике прошлого года на применение закона сохранения импульса (37,56%). Задачу полностью правильно решили 85% экзаменуемых самой сильной группы; практически так же, как качественную, – 50,47% ее решили участники экзамена, получившие от 61 до 80 баллов, и существенно хуже, чем качественную, участники многочисленной средней группы (6,10%).

Для решения требовалось записать одну исходную формулу – уравнение моментов применительно к данной задаче.

Среди наиболее часто встречающихся ошибок выпускников можно отметить следующие:

– Непонимание физического смысла величины «плечо силы», использование в качестве «плеча» длины соответствующего участка стержня.

– Неумение выбирать для нахождения моментов сил наиболее удобную точку: многие пытались решать задачу через правило моментов относительно центра стержня, не всегда понимая, что на авторском рисунке не указаны, но должны быть учтены при этом способе решения силы реакций стенок ящика на нижний конец стержня.

– Неудачные попытки записи правила моментов в векторном виде.

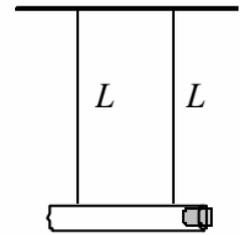
Оценивание расчетной задачи повышенного уровня помимо путаницы с максимально возможным баллом (привычные три вместо возможных двух) было затруднено недостаточно удачным выбором разработчиками значений углов: 45 градусов. В единственном необходимом для решения уравнении присутствовали тригонометрические функции, а все значимые для решения углы были одинаковы, притом что для 45 градусов еще и синус равен косинусу. Поэтому эксперту при принятии решения о правильности-неправильности исходного уравнения (что принципиально для оценивания) часто приходилось принимать во внимание тонкости поясняющего рисунка, который к тому же не являлся обязательным. Руководители и эксперты ПК приняли следующее согласованное решение об оценивании данного задания: если в тексте решения или в рисунке присутствовала информация о равенстве соответствующих углов, то «тригонометрическая путаница синус-косинус» не квалифицировалась как ошибка.

Отметим достаточно большое количество решений альтернативным способом. Силы раскладывались на две составляющие – параллельную и перпендикулярную оси стержня. После чего приравнивались моменты перпендикулярных компонент сил. При этом плечи этих компонент сил отсчитываются вдоль оси стержня. Такой способ имеет право на жизнь и, естественно, приводит к правильному ответу.

Задание № 29 (расчетная задача по механике высокого уровня сложности)

В задаче рассматривалось взаимодействие пробирки, подвешенной на двух нитях, и вылетающей из нее пробки:

Пробирка массой $M = 40$ г, содержащая пары эфира, закрыта пробкой массой $m = 10$ г и подвешена в горизонтальном положении к штанге на лёгких параллельных нерастяжимых нитях одинаковой длины (см. рисунок). При нагревании пробирки пробка вылетает из неё со скоростью $v = 4$ м/с, а нити, если они достаточно коротки, сразу после этого одновременно обрываются. Найдите максимальную длину нитей L в этом случае, если каждая нить выдерживает нагрузку не более $T_0 = 0,3$ Н. Массу паров эфира считать пренебрежимо малой величиной.



Средний процент выполнения сложной расчетной задачи по механике меньше, чем в прошлом году, и меньше, чем других задач из числа требующих развернутого ответа, – 10,11%. В группе «средняков» с ней справились менее 1% экзаменуемых, в самой сильной группе «отличников» этот результат чуть более 50%. То есть для всех групп участников экзамена эта задача оказалась объективно сложной.

Для ее решения в соответствии с обобщенными критериями оценивания требовалось применить следующие уравнения и формулы:

- закон сохранения импульса для описания момента вылета пробки из пробирки;

- второй закон Ньютона для пробирки в первый момент времени после вылета пробки с учетом формулы для центростремительного ускорения.

Наиболее часто встречались следующие ошибки:

- Неверный выбор физической модели для описанных в условии задачи процессов. Отсюда попытки выстроить решение на основе закона сохранения механической энергии при анализе движения пробирки после вылета пробки, но не учитывалось, что нити могут оборваться лишь в самом начале движения.

- Путаница со знаками при применении закона сохранения импульса (переход от векторной записи к скалярной).

При оценивании задачи №29 по механике высокого уровня сложности проблем практически не возникало. Наиболее распространенные ошибки – эксперты не видели формулу для центростремительного ускорения среди других записей или пропускали ошибки при записи закона сохранения импульса (лишний минус при переходе от векторной записи к скалярной).

Задание № 30 (расчетная задача по МКТ и термодинамике высокого уровня)

В задаче по МКТ и термодинамике рассматриваются потери воды организмом человека при его дыхании:

В комнате при 20 °С относительная влажность воздуха составляет 40%. В состоянии покоя через лёгкие человека проходит 5 л воздуха за 1 мин. Выдыхаемый воздух имеет температуру 34 °С и относительную влажность 100%. Давление насыщенного водяного пара при 20 °С равно 2,34 кПа, а при 34 °С – 5,32 кПа. Какое количество воды теряет тело человека за 1 ч за счёт дыхания? Считать, что выдыхаемый воздух имеет такой же объём, какой проходит через лёгкие человека. Влажность воздуха в комнате не изменяется.

Результат выполнения этой задачи (17,60%) самый высокий среди расчетных задач высокого уровня сложности. При этом «отличники» справились с задачей на уровне 75% выполнения, «хорошисты» – 31%, а «средняки» – 3% выполнения.

Ее решение предполагает использование двух необходимых формул и уравнений для описания состояния водяного пара в воздухе на вдохе и выдохе:

- формула для расчета относительной влажности воздуха;
- уравнение Менделеева-Клапейрона.

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

- непонимание предложенной физической модели процессов, отсюда необоснованный выбор значений объема и давлений при подстановках в уравнения;

- непонимание разницы между парциальным давлением и давлением насыщенного пара;

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

- подстановка в уравнение Менделеева-Клапейрона температуры в градусах Цельсия.

Несмотря на успешность выполнения, данная задача дала существенный (19%) процент третьей проверки. Как и в прошлые годы в задачах с влажностью воздуха, эксперты по невнимательности (ситуация многократно прокручивалась в ходе повышения квалификации, отображалась в рекомендациях по оцениванию) пропускали подстановку в итоговую формулу молярной массы воздуха вместо молярной массы воды, что должно рассматриваться как физическая, то есть грубая, ошибка.

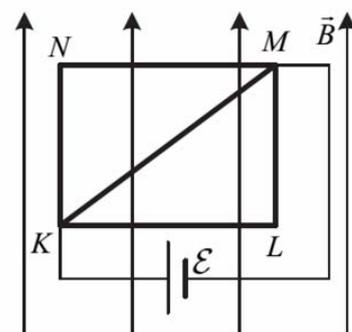
Еще одна проблемная ситуация, потребовавшая дополнительного согласования: в вопросе задачи требуется определить «количество воды», которое в авторском решении трактуется как «масса воды», а многими экзаменуемыми понималось как «количество вещества», что создавало трудности при оценивании. Экспертами было принято согласованное решение засчитывать как правильные оба варианта ответа при, естественно, правильном решении.

Наряду с правильными решениями эксперты отмечают достаточно большое количество правдоподобных, но неправильных решений, приводящих к численному ответу, практически совпадающему с правильным. Суть таких правдоподобных решений в определении разности масс водяных паров через разность давлений водяных паров при использовании уравнения Менделеева-Клапейрона, но при одной и той же температуре (конечной). Практическое совпадение численного ответа с правильным кроется в очень малой разнице абсолютных температур вдыхаемого и выдыхаемого воздуха. В условиях задачи эта разность менее 5%. Не все эксперты сразу смогли найти ошибку в таких решениях.

Задание № 31 (расчетная задача по электродинамике высокого уровня сложности)

Задача по электродинамике подразумевает применение законов постоянного тока и принципа суперпозиции для расчета результирующей силы Ампера, действующей со стороны постоянного магнитного поля на подключенный к источнику тока проводящий контур сложной структуры.

Из медной проволоки с удельным сопротивлением $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8}$ Ом·м и площадью поперечного сечения $S = 0,2$ мм² изготовлен прямоугольный контур $KLMN$ с диагональю KM (см. рисунок). Стороны прямоугольника $KL = l_1 = 20$ см и $LM = l_2 = 15$ см. Контур подключили за диагональ к источнику постоянного напряжения с ЭДС $\mathcal{E} = 1,4$ В и поместили в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,1$ Тл, параллельной сторонам KN и LM . С какой результирующей силой магнитное поле действует на контур? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на контур. Внутренним сопротивлением источника пренебречь.



В целом результаты ее выполнения чуть выше, чем у задачи по механике: 11,22%. Соответственно, трудности возникли у всех групп экзаменуемых.

Правильное решение подразумевало запись следующих уравнений и формул:

- формула для расчета сопротивления проводника (для всех участков разветвленной цепи);
- формула для расчета силы тока с помощью закона Ома (для всех участков разветвленной цепи);
- формула для расчета силы Ампера (для всех участков разветвленной цепи);
- формула для суперпозиции сил применительно к данной конкретной ситуации (с учетом правила левой руки).

Наиболее часто участники экзамена допускали следующие ошибки:

- Не разобрались с предложенной физической моделью (как и в предыдущих задачах): многие ошибочно считали, что ток идет только по диагонали.
- В формуле для расчета силы Ампера, действующей на диагональный проводник, не учли угол между направлением тока и направлением вектора магнитной индукции: по инерции считали синус равным единице.
- Путались с подстановкой длин проводников в формулы для расчета сопротивления и силы Ампера.

Большое количество исходных законов и формул, необходимых для решения задачи (пять!), а также математических расчетов и преобразований делают задачу достаточно сложной и трудоемкой. Тем не менее, по проценту выполнения задача не оказалась провальной по сравнению с остальными.

Третья проверка по этой задаче составила 10 %: в задаче с большим количеством повторяющихся для разных участков цепи формул и с существенной вычислительной нагрузкой наиболее распространенной проблемой оценивания стало необоснованное с точки зрения обобщенных критериев оценивания завышение оценки.

Задание № 32 (расчетная задача по геометрической оптике высокого уровня сложности)

При решении данной задачи требовалось применить формулу тонкой линзы к мнимому и действительному изображениям, полученным с помощью одной собирающей линзы.

Два точечных источника света находятся на главной оптической оси тонкой собирающей линзы на расстоянии $L = 1$ м друг от друга. Линза находится между ними. Расстояние от линзы до одного из источников $x = 20$ см. Изображения обоих источников получились в одной точке. Найдите оптическую силу линзы. Постройте на отдельных рисунках изображения двух источников в линзе, указав ход лучей.

На экзамене 2020 года по этой задаче получен средний результат выполнения, равный 15,24%. Среди участников самой сильной группы он составил 74%, а вот остальные участники экзамена с задачей справились значительно хуже: набравшие от 61 до 80 баллов вышли на результат 25%, а наиболее многочисленная группа перешагнувших порог, но набравших не более 60 баллов, с задачей практически не справилась: 1,8% выполнения.

Отметим следующие типичные проблемы участников экзамена:

- В принципе не разобрались с описанной в задаче ситуацией (одно из изображений мнимое, другое — действительное), поэтому не смогли сделать даже чертеж.
- Не учли знаки при применении формулы тонкой линзы к мнимому изображению.
- Вводят свою систему обозначений, отличную от общепринятой, не описывая ее вербально или с помощью чертежа.
- Строят оба изображения на одном чертеже в обход требования условия задачи.
- Затрудняются с построением изображения точки, лежащей на главной оптической оси.

В то же время встречались работы, в которых применялся искусственный, но, тем не менее, допустимый прием построения: источник «поднимается» над оптической осью, строится его изображение, затем оно «опускается» до оптической оси.

Трудности оценивания этой задачи (16 % третьей проверки) связаны, прежде всего, с тем, что эксперты, не засчитывая ошибочно записанную (без учета знака) формулу тонкой линзы применительно к мнимому изображению, не засчитывали эту формулу и для действительного изображения, хотя в этом случае она, как правило, была применена верно.

Как всегда, проблемой для оценивания задач по геометрической оптике являются вводимые экзаменуемыми собственные и не всегда внятные системы обозначений величин и неаккуратно построенные рисунки. В этом году «проблемность» чертежей усугубилась требованием условия задачи построить мнимое и действительное изображения, даваемые одной линзой, на двух разных чертежах. Это требование во многих работах было проигнорировано, за что не все эксперты адекватно снижали оценку, несмотря на четкие указания консультантов.

Резюмируя, приходится в очередной раз признать, что у большинства экзаменуемых культура решения физических задач сформирована не в должной степени. Это проявляется в попытках формального применения законов при непонимании специфики используемой физической модели. Многие ошибки экспертов провоцируются низкой культурой оформления задач, приводящей к тому, что эксперту не удается адекватно «расшифровать» записи участников экзамена.

4.5. Общие выводы об успешности выполнения экзаменационной работы по физике 2020 года

Перечень элементов содержания, умений и видов деятельности, усвоение которых школьниками региона в целом можно считать достаточным (наилучшим)

Лучше всего, с существенным «запасом прочности» (процент выполнения больше 80) выполнены следующие задания (см. таблицу 19).

Таблица 19

Перечень заданий, выполненных наиболее успешно

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания и умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения по региону
1	Равноускоренное и равномерное прямолинейное движение: умение определять проекцию вектора ускорения по графику зависимости проекции вектора скорости от времени на разных участках движения. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	83,66
5	Свободное падение тел: умение интерпретировать график изменения с течением времени кинетической или потенциальной энергии свободно падающего тела, соотносить график с описанием процесса падения. (Множественный выбор)	Повышенный	90,28
6	Плавание тел на поверхности жидкости: умение анализировать изменение физических величин при изменении плотности плавающего тела или жидкости. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	78,73
7	Равноускоренное прямолинейное движение: умение описывать движение аналитически. (Соответствие между величинами и формулами, описывающими их зависимость от времени)	Базовый	87,49
8	Связь температуры со средней кинетической энергией: умение применять соответствующую формулу для сравнения двух состояний идеального газа. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	88,43
11	Изменение агрегатных состояний: умение интерпретировать и сравнивать графики зависимости температуры тела, претерпевающего агрегатные превращения, от переданного ему количества теплоты. (Множественный выбор)	Повышенный	93,76
12	Уравнение Менделеева-Клапейрона, газовые законы: умение анализировать изменение физических величин, описывающих состояние идеального газа, с опорой на диаграмму состояний. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	90,25

13	Принцип суперпозиции электрических полей: умение определять направление результирующей кулоновской силы при взаимодействии нескольких точечных зарядов. (Самостоятельная запись ответа в виде слова)	Базовый	80,66
16	Электромагнитная индукция: умение описывать процесс возникновения индукционного тока, возникающего при движении проводника в постоянном магнитном поле, и анализировать изменения соответствующих физических величин с опорой на график зависимости площади замкнутого проводящего контура от времени. (Множественный выбор)	Повышенный	93,34
17	Законы постоянного тока: умение анализировать изменение распределения напряжений и токов в полной цепи постоянного тока со смешанным соединением проводников при изменении сопротивления внешней цепи. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	84,69
19	Ядерные реакции: умение определять зарядовые и массовые числа ядер, участвующих в ядерной реакции. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Базовый	86,60
22	Измерение физических величин: определение показаний стандартного школьного измерительного прибора с учетом погрешности прямого измерения. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел в предложенных единицах измерения с указанием погрешности измерения)	Базовый	84,77
23	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Базовый	81,53
24	Элементы астрофизики: умение интерпретировать информацию, представленную на диаграмме Герцшпрунга-Рессела. (Множественный выбор)	Базовый	88,88

Перечень элементов содержания, умений и видов деятельности, усвоение которых школьниками региона в целом нельзя считать достаточным (хуже остальных)

Несмотря на то, что уровень выполнения всех заданий первой части экзаменационной работы в 2020 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 70).

Перечень наименее успешно выполненных заданий приведен в таблице 20.

Перечень заданий, выполненных наименее успешно

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания и умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения по региону
9	Первый закон термодинамики: умение применять первое начало термодинамики для расчета одной из входящих в него величин. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	66,74
15	Законы отражения и преломления света: умение определять углы при отражении света в плоском зеркале. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	65,82
21	Излучение и поглощение света атомами: умение идентифицировать и сравнивать процессы поглощения и излучения квантов света на основе диаграммы энергетических уровней атома. (Соответствие между процессом и его схематическим изображением на диаграмме)	Базовый	60,61
25	Электродинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на сравнение амплитуд величин, описывающих колебательные процессы в разных колебательных контурах. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Повышенный	32,98
26	Квантовая физика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение уравнения Эйнштейна при описании фотоэффекта. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Повышенный	26,17
27	МКТ и термодинамика (умение строить в предложенном масштабе график зависимости одной термодинамической величины от другой на основе графика зависимости от этой же величины внутренней энергии или концентрации идеального газа): умение решать качественные задачи	Повышенный	28,24
28	Механика (равновесие невесомого стержня с подвешенным к нему грузом, находящегося в ящике с гладким дном и стенками): умение решать стандартные расчетные задачи	Повышенный	25,25
29	Механика (применение закона сохранения импульса и второго закона Ньютона при описании взаимодействия пробирки, подвешенной на двух нитях, и вылетающей из нее пробки): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	10,11
30	Молекулярная физика (применение уравнения Менделеева-Клапейрона и определения влажности воздуха для описания потери воды при дыхании человека): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	17,60
31	Электродинамика (применение законов постоянного тока и принципа суперпозиции для расчета результирующей силы Ампера, действующей со стороны постоянного магнитного поля на подключенный к источнику тока проводящий контур сложной структуры): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	11,22
32	Геометрическая оптика (использование формулы тонкой линзы применительно к мнимому и действительному изображениям, полученным с помощью одной собирающей линзы): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	15,24

Изменение успешности выполнения заданий разных лет по сходной тематике

Поскольку структура экзаменационной работы в 2020 году не претерпела существенных изменений, можно провести позадачное сравнение результатов 2019 года с результатами 2020 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 21 представлены результаты выполнения заданий в текущем и прошлом годах с указанием их специфики.

Таблица 21

Сравнение успешности выполнения заданий в 2019 и 2020 годах

Обозначения задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения в 2020 году	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения задания в 2020 году	Проверяемые элементы содержания / умения в 2019 году	Средний процент выполнения задания в 2019 году
1	Равноускоренное и равномерное прямолинейное движение: умение определять проекцию вектора ускорения по графику зависимости проекции вектора скорости от времени на разных участках движения. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	83,66	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)	65,48
2	Законы Ньютона: умение определять графически равнодействующую двух сил, изображенных на рисунке в определенном масштабе и направленных под углом друг к другу. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	78,64	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)	92,48
3	Импульс тела: умение применять формулу второго закона Ньютона в импульсной форме. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	71,28	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)	86,27

Обозначения задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения в 2020 году	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения задания в 2020 году	Проверяемые элементы содержания / умения в 2019 году	Средний процент выполнения задания в 2019 году
4	Механические волны, звук: умение применять формулу связи скорости звука с длиной звуковой волны в стандартной ситуации. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	70,28	Математический маятник: умение рассчитывать изменение периода колебаний математического маятника в зависимости от изменения длины его нити. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	68,26
5	Свободное падение тел: умение интерпретировать график изменения с течением времени кинетической или потенциальной энергии свободно падающего тела, соотносить график с описанием процесса падения. (Множественный выбор)	Повышенный	90,28	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)	93,97
6	Плавание тел на поверхности жидкости: умение анализировать изменение физических величин при изменении плотности плавающего тела или жидкости. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	78,73	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)	84,43
7	Равноускоренное прямолинейное движение: умение описывать движение аналитически. (Соответствие между величинами и формулами, описывающими их зависимость от времени)	Базовый	87,49	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 ее изменение)	81,81

Обозначения задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения в 2020 году	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения задания в 2020 году	Проверяемые элементы содержания / умения в 2019 году	Средний процент выполнения задания в 2019 году
8	Связь температуры со средней кинетической энергией: умение применять соответствующую формулу для сравнения двух состояний идеального газа. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	88,43	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)	60,92
9	Первый закон термодинамики: умение применять первое начало термодинамики для расчета одной из входящих в него величин. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	66,74	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)	72,40
10	Относительная влажность воздуха: умение применять формулу определения относительной влажности воздуха в простейшей ситуации. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	74,35	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)	62,67
11	Изменение агрегатных состояний: умение интерпретировать и сравнивать графики зависимости температуры тела, претерпевающего агрегатные превращения, от переданного ему количества теплоты. (Множественный выбор)	Повышенный	93,76	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)	94,14

Обозначения задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения в 2020 году	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения задания в 2020 году	Проверяемые элементы содержания / умения в 2019 году	Средний процент выполнения задания в 2019 году
12	Уравнение Менделеева-Клапейрона, газовые законы: умение анализировать изменение физических величин, описывающих состояние идеального газа, с опорой на диаграмму состояний. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	90,25	Идеальный тепловой двигатель: умение определять характер изменения физических величин, применяемых для описания работы тепловой машины Карно. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	84,33
13	Принцип суперпозиции электрических полей: умение определять направление результирующей кулоновской силы при взаимодействии нескольких точечных зарядов. (Самостоятельная запись ответа в виде слова)	Базовый	80,66	Принцип суперпозиции кулоновских сил: умение определять направление результирующей силы, действующей на точечный заряд со стороны других точечных зарядов. (Самостоятельная запись ответа в виде слова)	74,79
14	Работа и мощность постоянного тока: умение применять формулу определения мощности постоянного тока в простейших ситуациях. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	73,09	Закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников: умение рассчитывать параметры участка разветвленной электрической цепи. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	45,98
15	Законы отражения и преломления света: умение определять углы при отражении света в плоском зеркале. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	65,82	Колебательный контур: умение рассчитывать изменение периода свободных колебаний в идеальном колебательном контуре при изменении параметров контура. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	63,83

Обозначения задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения в 2020 году	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения задания в 2020 году	Проверяемые элементы содержания / умения в 2019 году	Средний процент выполнения задания в 2019 году
16	Электромагнитная индукция: умение описывать процесс возникновения индукционного тока, возникающего при движении проводника в постоянном магнитном поле, и анализировать изменения соответствующих физических величин с опорой на график зависимости площади замкнутого проводящего контура от времени. (Множественный выбор)	Повышенный	93,34	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)	80,89
17	Законы постоянного тока: умение анализировать изменение распределения напряжений и токов в полной цепи постоянного тока со смешанным соединением проводников при изменении сопротивления внешней цепи. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	Базовый	84,69	Сила Лоренца: умение анализировать изменение величин, описывающих движение заряженной частицы в магнитном поле. (Соответствие между величинами и характером их изменения)	80,43
18	Свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре: умение описывать изменения физических величин с помощью графиков их зависимости от времени. (Соответствие между величинами и графиками их зависимости от времени)	Базовый	73,09	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)	79,39
19	Ядерные реакции: умение определять зарядовые и массовые числа ядер, участвующих в ядерной реакции. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Базовый	86,60	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)	68,86

Обозначения задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения в 2020 году	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения задания в 2020 году	Проверяемые элементы содержания / умения в 2019 году	Средний процент выполнения задания в 2019 году
20	Закон радиоактивного распада: умение применять формулу закона радиоактивного распада применительно к количеству вещества. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Базовый	72,39	Закон радиоактивного распада: умение определять период полураспада радиоактивного элемента по графику зависимости числа нераспавшихся ядер от времени. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	80,11
21	Излучение и поглощение света атомами: умение идентифицировать и сравнивать процессы поглощения и излучения квантов света на основе диаграммы энергетических уровней атома. (Соответствие между процессом и его схематическим изображением на диаграмме)	Базовый	60,61	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)	60,51
22	Измерение физических величин: определение показаний стандартного школьного измерительного прибора с учетом погрешности прямого измерения. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел в предложенных единицах измерения)	Базовый	84,77	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)	33,50
23	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Базовый	81,53	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент. (Самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	78,95
24	Элементы астрофизики: умение интерпретировать информацию, представленную на диаграмме Герцшпрунга-Рессела. (Множественный выбор)	Базовый	88,88	Астрофизика: умение интерпретировать информацию из таблицы, содержащей данные о температуре поверхности, массе, радиусе и средней плотности некоторых звезд. (Множественный выбор)	90,08

Обозначения задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения в 2020 году	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения задания в 2020 году	Проверяемые элементы содержания / умения в 2019 году	Средний процент выполнения задания в 2019 году
25	Электродинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на сравнение амплитуд величин, описывающих колебательные процессы в разных колебательных контурах. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Повышенный	32,98	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)	37,99
26	Квантовая физика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение уравнения Эйнштейна при описании фотоэффекта. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Повышенный	26,17	Электродинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение закона Ома для полной цепи. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	39,68
27	МКТ и термодинамика (умение строить в предложенном масштабе график зависимости одной термодинамической величины от другой на основе графика зависимости от этой же величины внутренней энергии или концентрации идеального газа): умение решать качественные задачи	Повышенный	28,24	Электродинамика: умение решать стандартные расчетные задачи на применение формулы тонкой линзы. (Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	35,19
28	Механика (равновесие невесомого стержня с подвешенным к нему грузом, находящегося в ящике с гладким дном и стенками): умение решать стандартные расчетные задачи	Повышенный	25,25	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	38,47

Обозначения задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения в 2020 году	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения задания в 2020 году	Проверяемые элементы содержания / умения в 2019 году	Средний процент выполнения задания в 2019 году
29	Механика (применение закона сохранения импульса и второго закона Ньютона при описании взаимодействия пробирки, подвешенной на двух нитях, и вылетающей из нее пробки): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	10,11	Механика (описание равновесия однородного шара, прикрепленного нитью к гладкой стенке сосуда и полностью погруженного в жидкость): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	28,62
30	Молекулярная физика (применение уравнения Менделеева-Клапейрона и определения влажности воздуха для описания потери воды при дыхании человека): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	17,60	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	23,22
31	Электродинамика (применение законов постоянного тока и принципа суперпозиции для расчета результирующей силы Ампера, действующей со стороны постоянного магнитного поля на подключенный к источнику тока проводящий контур сложной структуры): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	11,22	Электродинамика (описание вращения заряженного шарика в постоянном однородном магнитном поле (конический маятник в магнитном поле)): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	22,83
32	Геометрическая оптика (использование формулы тонкой линзы применительно к мнимому и действительному изображениям, полученным с помощью одной собирающей линзы): умение решать расчетные задачи высокого уровня сложности	Высокий	15,24	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	10,65

Судя по таблице, сопоставление успешности выполнения заданий 2019 и 2020 годов корректно только для заданий №8, 9, 13, 20, 22, 23 и 24: они одинаковы структурно и сопоставимы по проверяемым элементам содержания.

Задание №8 на применение формулы связи температуры тела со средней кинетической энергией его молекул в текущем году выполнено лучше, но в 2019 году оно было осложнено необходимостью сделать еще один логический шаг: связать среднюю кинетическую энергию движения молекул со средней квадратичной скоростью:

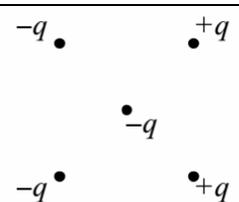
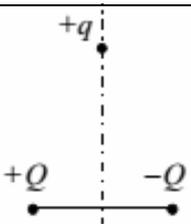
2020 год (88,43 %)	<p>При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 2 раза. Конечная температура газа равна 600 К. Какова была начальная температура газа?</p> <p>Ответ: _____ К.</p>
2019 год (60,92 %)	<p>В результате охлаждения разреженного одноатомного газа его абсолютная температура уменьшилась в 4 раза. Во сколько раз уменьшилась при этом среднеквадратичная скорость теплового движения молекул газа?</p> <p>Ответ: в _____ раз(а).</p>

Результат выполнения задания №9 в 2020 году несколько ниже:

2020 год (66,74 %)	<p>Идеальный одноатомный газ, расширяясь изобарно, совершил работу, равную 60 Дж. При этом увеличение внутренней энергии газа составило 90 Дж. Количество вещества газа не изменялось. Какое количество теплоты сообщили газу в этом процессе?</p> <p>Ответ: _____ Дж.</p>
2019 год (72,40 %)	<p>Газ получил количество теплоты, равное 100 Дж. При этом внутренняя энергия газа увеличилась на 200 Дж. Определите модуль работы внешних сил по сжатию газа.</p> <p>Ответ: _____ Дж.</p>

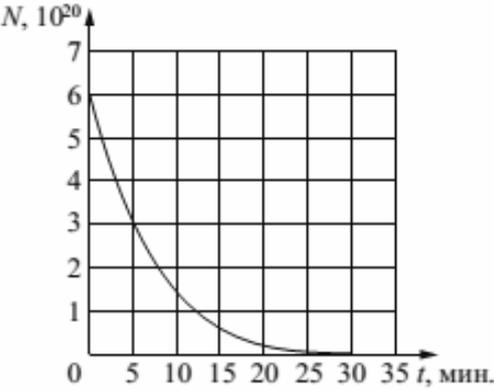
Задания практически идентичны по содержанию за исключением того, что в 2019 году требовалось найти модуль работы, то есть не учитывать знак этой величины.

Процент выполнения задания №13 увеличился:

2020 год (80,66 %)	<p>Куда направлена относительно рисунка (<i>вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя</i>) кулоновская сила \vec{F}, действующая на отрицательный точечный заряд $-q$, помещённый в центр квадрата, в углах которого находятся заряды: $+q, +q, -q, -q$ (см. рисунок)? <i>Ответ запишите словом (словами).</i></p>  <p>Ответ: _____.</p>
2019 год (74,79 %)	<p>Положительный точечный заряд $+q$ находится в поле двух неподвижных точечных зарядов: положительного $+Q$ и отрицательного $-Q$ (см. рисунок). Куда направлено относительно рисунка (<i>вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя</i>) ускорение заряда $+q$ в этот момент времени, если на него действуют только заряды $+Q$ и $-Q$? <i>Ответ запишите словом (словами).</i></p>  <p>Ответ: _____.</p>

С одной стороны, ситуация суперпозиции была в 2020 году сложнее (большее количество складываемых векторов), но в 2019 году требовалось сделать еще один логический шаг: по направлению результирующей силы определить направление вектора ускорения.

Процент выполнения задания №20 уменьшился:

<p>2020 год (72,39 %)</p>	<p>Период T полураспада изотопа калия $^{42}_{19}\text{K}$ равен 12,4 ч. Изначально образец содержал 1 мкмоль этого изотопа. Сколько мкмоль этого изотопа останется через 37,2 ч?</p> <p>Ответ: _____ мкмоль.</p>
<p>2019 год (80,11 %)</p>	<p>Дан график зависимости числа нераспавшихся ядер некоторого изотопа от времени. Каков период полураспада этого изотопа?</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Ответ: _____ мин.</p>

Это объяснимо, так как в задании 2020 года, в отличие от задания прошлого года, есть нестандартный элемент: при записи закона радиоактивного распада необходимо перейти от количества молекул к количеству вещества (числу молей).

Процент выполнения задания №22 на осуществление прямых измерений в 2020 году существенно выше, чем в предыдущем:

<p>2020 год (84,77 %)</p>	<p>Определите показания динамометра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Динамометр проградуирован в ньютонах.</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>Ответ: (_____ ± _____) Н.</p>
<p>2019 год (33,50 %)</p>	<p>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?</p> <p>Ответ: (_____ ± _____) мм.</p>

Это закономерно, так как задание 2020 года является стандартным и ожидаемым, задание же 2019 года оказалось для экзаменуемых неожиданным и трудным: метод рядов изучается «точечно», буквально на первых уроках физики, и редко повторяется в старшей школе, тем более с анализом погрешностей измерения.

Процент выполнения задания №23 на планирование эксперимента в 2020 году выше, чем в 2019-м:

<p>2020 год (81,53 %)</p>	<p>Необходимо экспериментально изучить зависимость электроёмкости плоского конденсатора от расстояния между его пластинами. На всех представленных ниже рисунках S – площадь пластин конденсатора, d – расстояние между пластинами конденсатора, ϵ – диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>Запишите в ответе номера выбранных конденсаторов.</p> <p>Ответ: <input type="text"/> <input type="text"/></p>																								
<p>2019 год (78,95 %)</p>	<p>Ученик изучает законы постоянного тока. В его распоряжении имеется пять аналогичных электрических цепей (см. рисунок) с различными источниками и внешними сопротивлениями, характеристики которых указаны в таблице. Какие две цепи необходимо взять ученику для того, чтобы на опыте исследовать зависимость силы тока, протекающего в цепи, от внешнего сопротивления?</p> <div style="text-align: right;"> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>№ цепи</th> <th>ЭДС источника \mathcal{E}, В</th> <th>Внутреннее сопротивление источника r, Ом</th> <th>Внешнее сопротивление R, Ом</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>9</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>12</td> <td>2</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>6</td> <td>1</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>9</td> <td>1</td> <td>15</td> </tr> </tbody> </table> <p>Запишите в ответе номера выбранных цепей.</p> <p>Ответ: <input type="text"/> <input type="text"/></p>	№ цепи	ЭДС источника \mathcal{E} , В	Внутреннее сопротивление источника r , Ом	Внешнее сопротивление R , Ом	1	9	1	5	2	6	2	10	3	12	2	15	4	6	1	10	5	9	1	15
№ цепи	ЭДС источника \mathcal{E} , В	Внутреннее сопротивление источника r , Ом	Внешнее сопротивление R , Ом																						
1	9	1	5																						
2	6	2	10																						
3	12	2	15																						
4	6	1	10																						
5	9	1	15																						

Это можно объяснить тем, что сопоставлять рисунки оказалось проще, чем сравнивать содержание строк и столбцов в таблице.

Задания №24 астрофизической тематики на множественный выбор выполнены практически одинаково (88,88% в 2020 году и 90,08% в 2019-м). Усложнение задания требованием выбрать *все* правильные ответы вместо двух в 2019 году не привело к значимому снижению результата выполнения.

Общие выводы 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 2019 году два задания на самостоятельную запись ответа имели процент выполнения меньше 50: №14, проверяющее умение рассчитывать параметры участка разветвленной электрической цепи постоянного тока (средний процент выполнения 45,98) и №22 на умение провести измерения физических величин методом рядов (средний процент выполнения 33,50). Порог полного усвоения был преодолен для всех заданий на установление соответствия между множествами, изменение величин в ходе процессов и множественный выбор.

В текущем году порог усвоения преодолен для всех типов заданий первой части с существенным «запасом прочности»: ни по одному заданию процент выполнения не был ниже 60. Поэтому мы в качестве заданий, вызвавших затруднения, анализировали те, чей средний процент выполнения менее 70 и (или) те, которые вызвали существенные затруднения у группы учащихся, получивших тестовый балл выше минимального, но ниже 61 (условные «средняки»).

Результаты экзамена 2020 года подтверждают выводы, сделанные при анализе результатов экзаменов в прошлые годы, о том, что наибольшие затруднения у экзаменуемых вызывают задания:

- по темам школьного курса физики, которые изучаются преимущественно в основной школе и не всегда хорошо повторяются в старшей;
- по темам школьного курса физики, которые изучаются «точечно»: их содержание не оказывается востребованным для повторения при освоении других тем;
- нестандартно сформулированные или те, что содержат нестандартные элементы;
- при выполнении которых необходимо соотнести информацию из нескольких источников и представленную в разных формах (вербально, с помощью одного или нескольких графиков, таблицы, схемы, диаграммы).

Важно отметить, что тематика вызвавших затруднения заданий первой части практически не пересекается с тематикой «проблемных» заданий прошлого года.

Общие выводы по выполнению заданий второй части экзаменационной работы

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

Результаты выполнения расчетных задач с кратким ответом за последние годы представлены в таблице 22.

Таблица 22

Результаты выполнения расчетных задач с кратким ответом

Обозначения задания в работе	Средний процент выполнения			
	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год
25	33,58	57,24	37,99	32,98
26	33,63	42,70	39,68	26,17
27	20,05	34,70	35,19	-
28*				25,25

*У задачи изменился номер, так как она переведена в раздел задач с развернутым ответом.

Судя по данным таблицы, стандартные расчетные задачи с кратким или развернутым ответом в 2020 году выполнены несколько хуже, чем в предыдущие годы.

Далее представлены результаты выполнения за несколько последних лет качественной задачи и задач высокого уровня сложности с развернутым ответом.

Таблица 23

Результаты выполнения заданий с развернутым ответом

Обозначения задания в работе 2020 года	Средний процент выполнения задания			
	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год
27	27,7	12,1	53,0	28,24
29	26,7	17,7	41,7	10,11
30	15,4	41,1	31,4	17,60
31	12,7	22,1	31,4	11,22
32	16,4	24,1	14,4	15,24

Практически все задачи с развернутым ответом выполнены хуже, чем в прошлом году.

Тем не менее, в целом результаты выполнения всей экзаменационной работы 2020 года сопоставимы с результатами 2019-го: нет существенных прорывов, но нет и ощутимых провалов. Колебания процента выполнения отдельных заданий обусловлены скорее особенностями этих заданий, чем существенными изменениями в уровне подготовки экзаменуемых.

5. КАЧЕСТВО РАБОТЫ ЧЛЕНОВ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ

Процент явки активных экспертов для работы на экзамене по физике стабильно высок (см. табл. 24). Тем не менее, явка экспертов на экзамен в текущем году имела свои особенности, обусловленные эпидемиологической ситуацией: 108 человек из 120 включенных в состав комиссии 2020 года работали на экзаменах, что составляет 90% (в прошлом году – 98,2%). Шестеро «возрастных» экспертов отказались от участия в проверке в связи с пандемией. Остальные не смогли принять участие в проверке по причине сдвига сроков проведения ЕГЭ или по болезни. Необоснованных неявок на проверку не зафиксировано. Для проверки работ экзамена в резервные дни привлекалось ограниченное количество экспертов (от 3 до 8 человек).

Таблица 24

**Явка членов предметной комиссии по физике на проверку работ в 2020 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
2020	120	108	90

Проверка заданий с развернутым ответом основного экзамена (13.07.20) осуществлялась в течение двух рабочих дней (14–15.07.20).

Распределение членов предметной комиссии по статусам представлено в таблице 25.

Таблица 25

**Статусы экспертов РПК по физике в 2020 году
по сравнению с предыдущими годами**

Год	Общая численность РПК, 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
2020	120	3	33	84

В таблице 26 даны основные показатели работы предметной комиссии по всем экзаменационным дням 2020 года.

Таблица 26

**Основные показатели работы предметной комиссии
по физике в 2020 году на июльских экзаменах**

Показатели работы предметной комиссии	Основной день 13.07.2020		Дополнительные дни 24.07.2020 и 25.07.2020		ВСЕГО в июле 2020 года		ВСЕГО в 2019 году	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Всего работ	5367	100	47	100	5414	100	6022	100
Из них пустые (не требовали проверки)	936	17,4	17	36,2	953	17,6	1344	22,3
Количество работ, проверенных третьим экспертом	395	7,35	2	4,26	397	7,33	453	7,52

В июле 2020 года предметной комиссией было проверено несколько меньше работ, чем в 2019 году: 4461 работа (в прошлом году 4678). Как и в предыдущем году, несколько уменьшился процент пустых бланков.

В 2019 году доля экзаменационных работ, потребовавших третьей проверки, на основном экзамене составила 7,84%, а в целом по всем экзаменам – 7,52%. В этом году, несмотря на то, что прогнозировалось увеличение процента третьей проверки в связи с добавлением новой расчетной задачи с отличным от других максимальным баллом и имеющей свою специфику оценивания, результат оказался немного лучше, чем прошлогодний: 7,35% на основном экзамене и 7,33% в целом по экзаменам в июле.

Работы на третью проверку ушли от всех экспертов, работавших на основном экзамене. При этом у 19 экспертов серьезных ошибок при третьей проверке не выявлено (расхождение с третьим экспертом не более чем в один балл). В прошлом году таких экспертов было 14.

У семи членов ПК, несмотря на наличие работ, отправленных на третью проверку, не выявлено ошибок и огрехов в работе, так как с ними полностью согласился третий эксперт. В прошлом году таких экспертов было шесть.

У пяти членов ПК процент ошибок существенно больше, чем в среднем по ПК. Двое из них участвовали в проверке экзаменационных работ впервые, это новые члены комиссии, к остальным существенных претензий по качеству проверки в 2018 и 2019 годах не было. Их деятельность будет поставлена на индивидуальный контроль с возможным исключением из состава предметной комиссии.

Из 395 работ, ушедших на третью проверку на основном экзамене, в 356 работах экспертами была совершена ошибка в одном задании, в 39 работах – ошибки в двух заданиях. В отличие от прошлого года трех ошибок в одной работе не зафиксировано.

Анализ третьих проверок по всем июльским экзаменам показал, что в 56,7% случаев третий эксперт не согласился ни с одним из экспертов первой и второй проверок, занял промежуточную позицию, что существенно больше, чем в прошлом году (44,4%). Соответственно, в 43,3% случаев третий эксперт принял сторону одного из экспертов, считая мнение другого ошибочным (55,6% в прошлом году). В 8,5% случаев третьей проверки выявлены технические ошибки экспертов, что несколько выше, чем в прошлом году (7,3%). Таким образом, процент грубых и технических ошибок в целом в этом году оказался существенно меньше, чем в прошлом.

Итак, основные показатели проверки в 2020 году несколько лучше, чем в 2019-м, несмотря на ожидаемое повышение процента третьей проверки по объективным основаниям (появление среди проверяемой экспертами дополнительной задачи, имеющей очевидную специфику оценивания).

Таблица 27

Распределение третьих проверок по задачам основного экзамена

Номер задания с развернутым ответом	27	28	29	30	31	32	ТО
Доля в третьей проверке 2019 года	34%		19%	14%	10%	12%	10%
Доля в третьей проверке 2020 года	25%	13%	8%	19%	10%	16%	9%

Анализ смысловых проблем оценивания по каждой из задач представлен в четвертой главе. По-прежнему наибольшее количество проблем возникло при оценивании качественной задачи.

Оценивание новой расчетной задачи повышенного уровня (№28) помимо смысловых ошибок было затруднено непривычным значением максимального балла: эксперты по невнимательности ставили привычные три вместо возможных двух.

При оценивании задачи №29 по механике высокого уровня сложности проблем практически не возникало.

В задаче №30 к типовым проблемам оценивания задач на влажность воздуха (таких как подстановка в итоговую формулу молярной массы воздуха вместо молярной массы воды) добавилась нестандартная проблемная ситуация, потребовавшая дополнительного согласования: в вопросе задачи требуется определить «количество воды», которое в авторском решении трактуется как «масса воды», а многими экзаменуемыми понималось как «количество вещества» либо «объем воды», что создавало трудности при оценивании. Все вышесказанное в совокупности и обусловило существенное увеличение процента третьей проверки задачи по молекулярной физике и термодинамике по сравнению с прошлым годом.

Процент третьей проверки в задачах №31 и №32 по сравнению с предыдущим годом существенно не изменился.

Резюмируя, можно отметить, что основные проблемы оценивания, выявленные в ходе третьей проверки, стандартны:

1. Смысловые ошибки:

- Отход от обобщенных критериев.
- Нежелание (или неумение) разобраться в оригинальном решении, существенно отличающемся от авторского решения ФИПИ.
- Эксперт не проверяет правильность решения и расчета при наличии правильного ответа в расчетных задачах.

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.

Эксперты-консультанты отмечали также негативные аспекты закрепления консультанта за каждой из аудиторий:

- резко увеличившееся число обращений к консультанту, желание переложить на него ответственность за принятие решения;
- нежелание вникать в развернутые рекомендации предметной комиссии, поскольку проще даже в штатной и стандартной ситуации проконсультироваться с консультантом.

Эти аспекты в обязательном порядке будут приняты во внимание при планировании работы региональной предметной комиссии в следующем году.

6. АНАЛИЗ ПРИЧИН УДОВЛЕТВОРЕНИЯ АПЕЛЛЯЦИЙ

На апелляцию в текущем году было подано в 2,5 раза больше работ, чем в предыдущем (см. табл. 28). Это было характерно не только для физики и, скорее всего, обусловлено упрощенной дистанционной процедурой подачи апелляций и косвенно подтверждается огромным количеством (почти половина) апелляций без участия апеллянтов. В общей сложности были удовлетворены 22 апелляции по баллам за развернутый ответ и 4 апелляции по техническим ошибкам, что составляет 21,5% от числа поданных апелляций (прошлогодний показатель – 29,6%).

Изменение баллов по итогам перепроверки заданий с развернутым ответом минимально (не более одного балла за работу) и касалось исключительно случаев спорных ситуаций, применительно к которым обобщенные критерии оценивания позволяли принять решение в пользу участника экзамена.

Таблица 28

Количество поданных и удовлетворенных апелляций по результатам ЕГЭ по физике в 2020 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 удовлетворенных)	0	1 (9,1% от числа удовлетворенных)	75 (87,2% от общего кол-ва)
2015	58	27 (46,6% от общего кол-ва)	27 (100% от числа удовлетворенных)	0	0	31 (53,4% от общего кол-ва)
2016	40	14 (35% от общего кол-ва)	10 (71,4% от числа удовлетворенных)	3 (21,4% от числа удовлетворенных)	1 (7,2% от числа удовлетворенных)	26 (65% от общего кол-ва)
2017	86	21 (24,4% от общего кол-ва)	9 (42,9% от числа удовлетворенных)	1 (4,8% от числа удовлетворенных)	4 (19% от числа удовлетворенных)	65 (75,6% от общего кол-ва)
2018	49	17 (34,7% от общего кол-ва)	10 (20,4% от числа удовлетворенных)	3 (17,6% от числа удовлетворенных)	3 (17,6% от числа удовлетворенных)	32 (65,3% от общего кол-ва)
2019	54	16 (29,6% от общего кол-ва)	6 (37,5% от числа удовлетворенных)	0	0	38 (70,4% от общего кол-ва)
2020	123	26 (21% от общего кол-ва)	19 (73% от числа удовлетворенных)	1 (4% от числа удовлетворенных)	1 (4% от числа удовлетворенных)	97 (79% от общего кол-ва)

Процесс рассмотрения апелляций еще раз показал, что участники ЕГЭ зачастую не знают и не понимают особенностей оценочных процедур на основе обобщенных критериев оценивания: перед подачей апелляции работа не соотносится с обобщенными критериями оценивания на предмет возможности изменения баллов. В этом нам видится недоработка школьных учителей при подготовке учащихся к экзамену.

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.

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 2021 года.

7. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Общие замечания

Как указано выше, результаты Единого государственного экзамена по физике в 2020 году в целом соответствуют результатам прошлого года (с небольшим приростом по основным показателям).

Среди факторов, которые в условиях массовой школы, на наш взгляд, являются главными с точки зрения влияния на качество результатов обучения нашему предмету, рассматриваем следующие:

1. *Уровень изучения предмета (базовый или профильный)*: экзамен по физике является абитуриентским и всегда будет ориентирован на два стандарта – для базового и профильного уровней. Задания высокого уровня сложности строятся на базе профильного курса физики с учебной нагрузкой не менее пяти часов в неделю. А его освоение является залогом успешного продолжения обучения в инженерно-техническом вузе.

Практика специального предэкзаменационного «натаскивания», занятия на курсах по подготовке к экзамену и с репетитором могут дать существенный результат только при условии, что они опираются на освоенный абитуриентом полноценный и систематический школьный курс.

Результаты выполнения второй части экзаменационной работы ЕГЭ показывают, что большинство участников ЕГЭ по физике, как в Санкт-Петербурге, так и в целом по Российской Федерации, не имеют возможности полноценно изучить курс физики профильного уровня. При изучении физики на базовом уровне (два часа в неделю) осваиваются все элементы содержания в соответствии с кодификатором, но времени на формирование сложных видов деятельности явно не хватает.

Хочется также обратить внимание на то, что, если еще три года назад прирост среднего балла в регионе осуществлялся преимущественно за счет улучшения результатов учащихся, изучавших физику на базовом уровне (самая многочисленная группа с результатами от минимального до 60 баллов), то в последние два года становится явной тенденция незначительного увеличения среднего балла за счет успехов экзаменуемых, являющихся выпускниками профильных классов и статусных образовательных учреждений.

Очевидно, что без «подтягивания» остальных условия для существенного прорыва в результативности обучения предмету не возникнут. Оптимальным считаем увеличение числа профильных физико-математических классов в обычных общеобразовательных школах. Считаем перспективным вариант создания специальных групп в классе, построение индивидуальных учебных планов для обучающихся, выбравших физику для продолжения образования.

2. *Качество преподавания физики не только в старшей, но и в основной школе:* фундамент для формирования проверяемых КИМ ЕГЭ умений закладывается в основной школе и постепенно надстраивается в течение всех лет изучения физики. Поэтому повышение качества физического образования невозможно без осознания важности и ответственности работы учителя на начальном этапе изучения физики в основной школе.

3. *Строгое соблюдение требований ФГОС как в части содержания физического образования, так и в части организации обучения.* К сожалению, приходится констатировать, что школьное физическое образование зачастую носит репродуктивный характер. Это приводит к формальному применению учащимися ряда выученных законов и формул без их осмысления и понимания. Выявленные типичные ошибки и недочеты, как правило, обусловлены типичными недостатками в организации учебного процесса:

- использование при обучении традиционных, преимущественно репродуктивных форм и методов обучения;
- неумение целенаправленно использовать средства учебного предмета для развития обучающихся;
- неумение эффективно управлять учебной деятельностью обучающихся;
- подмена методологического подхода в преподавании физики «меловой физикой» с формализованной опорой на теоретические знания;
- отсутствие или недостаточное внимание к формированию опыта практического применения теоретических знаний и предметных умений;
- «вымывание» демонстрационного эксперимента, фронтальных опытов и лабораторных работ из учебной практики, замена натурального эксперимента виртуальными компьютерными анимациями;
- устаревшие подходы к контролю результатов обучения, отсутствие необходимых знаний и опыта применения критериального оценивания различных результатов деятельности обучающихся.

Устранение этих недостатков невозможно без постоянной рефлексивной деятельности учителя, направленной на бескомпромиссный анализ собственной педагогической деятельности.

Именно эти факторы обуславливают предлагаемые ниже рекомендации для системы образования Санкт-Петербурга:

1. Дальнейшее развитие региональной системы оценки качества образования.
2. Увеличение количества профильных классов.
3. Развитие и совершенствование процедур итоговой аттестации за курс основной школы (ОГЭ) как средства стимулирования качества преподавания предмета на основной ступени школьного образования.
4. Усиление внутришкольного контроля качества преподавания предмета, в том числе:
 - выполнения программ, особенно в части физического эксперимента;
 - владения учителем современными, отвечающими требованиям ФГОС педагогическими технологиями.

Предложения по совершенствованию организации и методики преподавания физики на основе выявленных типичных затруднений и ошибок

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

– *Внимательно проанализировать учебно-тематические планы с целью сбалансировать время, отводимое на изучение разных тем.* Как показывают результаты ЕГЭ, практически по всем видам деятельности существует тенденция более высоких результатов выполнения заданий по механике и молекулярной физике, чем заданий по последующим темам, при одинаковом уровне их сложности. В методических рекомендациях ФИПИ и отчетах предметной комиссии по физике Санкт-Петербурга традиционно из года в год выделяются затруднения экзаменуемых при выполнении заданий по темам «Статика», «Гидродинамика», «Насыщенные пары и влажность воздуха», «Механические и электромагнитные колебания и волны». Имеются традиционные проблемы при выполнении даже базовых заданий по квантовой физике, которая изучается в самом конце курса. Существующий перекокс может быть обусловлен не только ошибками планирования, но и несоблюдением намеченных при планировании сроков изучения тем.

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

При планировании учебного процесса важное значение имеет отбор учебных дидактических материалов:

– *Необходимо включать в текущую работу с учащимися задания разных типологических групп, классифицированных:*

- по структуре;
- по уровню сложности;
- по разделам курса физики;
- по проверяемым умениям;
- по способам представления информации.

– Рекомендуется дополнить предлагаемые учащимся дидактические материалы подборками несложных качественных заданий, позволяющих проверить понимание механизмов процессов и явлений, избежать ошибок, обусловленных формальным применением формул и уравнений без понимания особенностей используемых физических моделей процессов и явлений.

– Рекомендуется использовать системы тренировочных упражнений, направленных на отработку выполнения отдельных шагов стандартных алгоритмов: например, для механики — определение взаимодействующих тел, расстановка сил, сложение нескольких векторов, вычисление моментов сил, написание закона сохранения импульса и энергии; для молекулярной физики и термодинамики – определение давления газа, написание уравнения Менделеева-Клапейрона, первого начала термодинамики и т.п. При формировании такой системы упражнений целесообразно опираться на перечисленные выше типичные ошибки и затруднения.

Важным этапом подготовки ученика к экзамену должно стать использование учителем в текущей работе критериального оценивания качественных и расчетных задач, которое применяется экспертами при проверке заданий с развернутым ответом и позволяет ученику получить один или два балла даже в случае, когда решение не доведено до конца. Необходимо поощрять школьников записывать решение задачи, даже когда оно не закончено, не проведен числовой расчет, или результат вызывает сомнение.

Результаты проверки заданий с развернутым ответом показывают недостаточность сформированности у выпускников культуры решения расчетных физических задач. Этот вид деятельности является наиболее важным для успешного продолжения образования, поэтому в экзаменационной работе проверяются умения применять физические законы и формулы, как в типовых учебных, так и в нетрадиционных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов действий или создании собственного плана выполнения задания.

В этой связи рекомендуем:

– Проводить обучение решению задач по известному принципу «лучше меньше да лучше», не путем демонстрации как можно большего числа «типовых задач», а на основе тщательной смысловой работы с каждой задачей, обсуждая особенности применяемых физических моделей.

– Систематически использовать на уроках простые математические упражнения, направленные на применение стандартных и необходимых математических операций в условиях физического контекста: многие ошибки выпускников при решении физической задачи обусловлены неумением грамотно проводить элементарные математические операции, связанные с преобразованием математических выражений, действиями со степенями, чтением графиков и др.

– Несмотря на то, что на экзамене допускается решение расчетной задачи по действиям, ориентировать учеников на получение итоговой формулы для расчета искомой величины в общем виде: итоговая формула, записанная в общем виде, не только облегчает проведение числового расчета, но и дает возможность провести проверку размерности искомой величины и позволяет обнаружить возможную ошибку в решении или преобразованиях. При решении

задач по действиям следует тщательно следить за соблюдением математических правил округления при получении промежуточных результатов.

– В повседневной работе необходимо неукоснительно соблюдать, доводя до автоматизма, правила оформления решения задачи:

- ✓ четкое описание вводимых нестандартных обозначений физических величин,
- ✓ максимальный вывод всех используемых формул (чтобы не использовать случайно в качестве исходной формулу, не указанную в кодификаторе),
- ✓ необходимое и достаточное описание промежуточных преобразований,
- ✓ подстановка числовых значений в итоговую формулу,
- ✓ четкая запись ответа с единицами измерения физической величины.

К сожалению, из года в год эксперты отмечают, что довольно часто приходится снижать оценку за расчетную задачу при отсутствии физических или математических ошибок в случаях:

- ✓ использования одной буквы при обозначении разных физических величин;
- ✓ необоснованного переобозначения физических величин в ходе решения задачи;
- ✓ отсутствия описания вводимых физических величин или нестандартных обозначений;
- ✓ отсутствия подстановки числовых значений в формулы при проведении расчетов;
- ✓ записи ответа без указания единиц измерения физических величин.

Очень важно, чтобы внятные и разумные правила оформления решения качественных и расчетных задач были установлены учителем в самом начале изучения предмета. Эти правила должны быть стабильными и соблюдаться неукоснительно, в конечном итоге применяться автоматически, чтобы боязнь «недооформить» работу не становилась дополнительным стрессовым фактором на экзамене.

Результаты экзамена показывают, что участникам экзамена достаточно редко удается получить максимальный балл за решение качественной задачи, так как ее решение подразумевает не только (и не столько) формулировку правильного ответа, но и выстраивание строгой и четкой логики его обоснования. На уроках при решении качественных задач следует обязательно требовать от учеников проведения первоначально устного анализа условия задачи, выделения ключевых слов, выявления физических явлений, их закономерностей и законов, грамотного использования физических терминов. Полезно применять структурно-логические схемы, графики, рисунки и другие элементы наглядности для предварительной записи цепочки рассуждений при подготовке к устному или письменному ответу на вопрос задачи. Важно постоянно помогать учащимся после устного обсуждения задачи составлять лаконичную, но полную и обоснованную запись ее решения.

Анализ работ участников ГИА по решению качественных задач показывает, что наиболее распространенные ошибки связаны либо с пропуском части логических шагов, либо отсутствием обоснований этих шагов, то есть ссылок на законы, формулы, свойства. Поэтому в процессе обучения решению качественных задач целесообразно использовать «вопросный метод». При этом для каждого логического шага (доказательства) в самом общем случае можно задавать следующие вопросы:

- Что происходит?
- Почему это происходит?

– Чем это можно подтвердить (на основании какого закона, формулы, свойства сделан этот вывод)?

Повышение результатов при выполнении заданий по проверке методологических умений возможно только при условии расширения спектра фронтального эксперимента с предпочтением лабораторных работ исследовательского характера. Формирование умений проводить измерения и опыты, интерпретировать их результаты и делать соответствующие выводы возможно только в ходе эксперимента на реальном физическом оборудовании. При этом в процессе обучения важно обсуждать полученные результаты на всех этапах проведения школьного натурального физического эксперимента.

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

Каждая из перечисленных выше позиций может стать предметом обсуждения на методических объединениях учителей-предметников.

Стратегическое направление повышения квалификации учителя физики в контексте подготовки к ЕГЭ: обучение физике в соответствии с требованиями ФГОС.

Рекомендуемые частные направления повышения квалификации учителей физики:

- методологическая культура учителя физики;
- технологии обучения учащихся решению физических задач;
- применение критериального оценивания в профессиональной деятельности учителя физики;
- теория и практика школьного натурального эксперимента;
- потенциал дистанционных образовательных технологий в контексте подготовки к ЕГЭ по физике.

**РЕЗУЛЬТАТЫ
ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА
ПО ФИЗИКЕ В 2020 ГОДУ
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**
Аналитический отчет предметной комиссии

Технический редактор – Куликова М.П.

Компьютерная верстка – Чекмарёва Е.В.

Материалы сборника публикуются в авторской редакции.

Подписано в печать 12.10.2020. Формат 60x90/16

Гарнитура Times, Arial. Усл.печ.л. 3,94. Тираж 100 экз. Зак. 32/12

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

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

