СПбЦОКОиИТ

КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЦЕНТР
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Р Е З У Л Ь Т А Т Ы

ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА ПО ФИЗИКЕ В 2023 ГОДУ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Аналитический отчет предметной комиссии

ГИА 2023

ФИЗИКА

Санкт-Петербург
2023

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 2023 ГОДУ
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ

Санкт-Петербург
2023

УДК 004.9

Р 34

Результаты единого государственного экзамена по физике в 2023 году в Санкт-Петербурге: Аналитический отчет предметной комиссии. – СПб: ГБУ ДПО «СПбЦОКОиИТ», 2023. – 63 с.

Отчет подготовили:

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

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

В. Л. Матвеев, заместитель председателя региональной предметной комиссии по физике, старший преподаватель кафедры естественнонаучного, математического образования и информатики Санкт-Петербургской академии постдипломного педагогического образования.

© ГБУ ДПО «СПбЦОКОиИТ», 2023

1. ПОДГОТОВКА ЧЛЕНОВ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ К ПРОВЕДЕНИЮ ЕГЭ В 2023 ГОДУ

С 2016 года эксперты ежегодно повышают свою квалификацию по дополнительной профессиональной программе «Профессионально-педагогическая компетентность эксперта государственной итоговой аттестации выпускников 11 класса (по физике)». В 2023 году она имела объем 36 часов.

Эта программа ежегодно корректируется с учетом 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 2023 году обучение экспертов проводилось преимущественно в очно-дистанционном формате. Тренинги и квалификационные испытания проходили на платформе Yandex. Для этого использовались специально подготовленные ведущими экспертами Yandex-формы с текстами работ, соответствующими им критериями и вариантами выбора баллов при оценивании. Тренинги можно было выполнить в течение недели после соответствующих лекционных занятий (очных или дистанционных). Квалификационному зачету предшествовали подробный разбор результатов тренингов и инструктаж по выполнению зачетных заданий, аналогичный инструктажу перед проверкой экзаменационных работ. В рамках квалификационного зачета кандидатам в эксперты предлагались для проверки 10 экзаменационных работ, доступных для проверки в течение двух дней.

При анализе результатов и тренингов, и зачета использовались электронные таблицы и диаграммы Microsoft Office Excel.

По итогам квалификационных испытаний руководитель ПК провел вебинар по разбору заданий, вызвавших наибольшие расхождения при оценивании.

Для организации обучения и проведения квалификационных испытаний использовались:

– Полученные из РЦОИ реальные экзаменационные работы открытого варианта 2022 года, ушедшие в регионе на третью проверку. В качестве эталонных баллов принимались согласованные результаты оценивания этих работ ведущими экспертами.

– Презентации и другие методические материалы М. Ю. Демидовой и А. И. Гиголо, полученные в ходе обучения руководителей РПК на дистанционных курсах ФГБНУ «ФИПИ» осенью 2022 года.

Эксперты, которые не смогли успешно справиться с квалификационным экзаменом, не приглашались на проверку экзаменационных работ текущего года.

В общей сложности обучение в 2023 году закончили и были приглашены к проверке экзаменационных работ 103 эксперта, успешно освоившие программу обучения и прошедшие квалификационные испытания.

По итогам квалификационных испытаний с учетом индивидуальных достижений при проверке экзаменационных работ двух прошлых лет всем экспертам был присвоен соответствующий статус: три эксперта, руководители предметной комиссии, получили статус «ведущий эксперт» (столько же — в про-

шлом году), 25 — «старший эксперт» (столько же — в прошлом году) и 75 — «основной эксперт» (70 — в прошлом году).

Критерии присвоения статуса эксперту ЕГЭ по физике приведены в таблице 1.

Таблица 1

Критерии для присвоения статуса эксперту ЕГЭ по физике

Статус	Критерии присвоения
«Ведущий эксперт»	Руководители предметной комиссии (председатель и два заместителя) — организаторы ежегодного обучения членов предметной комиссии
«Старший эксперт»	– Положительные результаты работы на экзамене за последние два года. (Процент ошибок по заданиям при осуществлении проверки не превышал единицы.) – Успешное выполнение всех тренингов в рамках обучения по программе ПК экспертов. – Результаты квалификационных испытаний текущего года (общее количество расхождений с эталонным ответом — не более 15 %)
«Основной эксперт»	– Сохранение членства в ПК после работы на экзамене. – Выполнение всех тренингов в рамках обучения по программе ПК экспертов. – Результаты квалификационных испытаний текущего года (общее количество расхождений с эталонным ответом — не более 25 %)

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, чел.	Процент от общего состава ПК, %
Учителя общеобразовательных организаций	76	73,8
Преподаватели вузов	15	14,6
Преподаватели организаций СПО	2	1,9
Специалисты учреждений ДПО	4	3,9
Другое	6 (временно не работающие пенсионеры)	5,8

Многочисленность и разнообразие РПК по физике обусловлено рядом причин:

– 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 мобильно и на функциональном уровне знакомиться с тенденциями изменения требований 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 проведению согласования подходов к оцениванию. Такая работа тоже традиционна и проводится на разных этапах подготовки к деятельности на экзамене.

Важным элементом обучения экспертов и всей системы работы по повышению согласованности оценивания является опора на разносторонний анализ индивидуальных достижений членов РПК, демонстрируемых как в ходе обучения, так и при проверке экзаменационных работ. 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. Индивидуальные результаты доводятся до сведения экспертов и оказывают влияние на организацию их образовательного маршрута в рамках дополнительной профессиональной 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 уточняются особенности применения обобщенных критериев оценивания в выявленных спорных ситуациях и вырабатываются согласованные решения на уровне всех субъектов РФ.

В 2023 году семинар для руководителей РПК по физике был проведен ФИПИ 20 апреля в очном формате. В нем приняли участие председатель РПК по физике Санкт-Петербурга С. А. Старовойтов и заместитель председателя РПК С. С. Бокатова. Содержательный отчет об участии в этом семинаре руководителей предметной комиссии и полный пакет полученных методических материалов были опубликованы 12 мая на интернет-ресурсах РПК для ознакомления с ними всех экспертов и последующего обсуждения.

В течение последних пяти лет непосредственно перед экзаменом Федеральная предметная комиссия на площадке ФГБНУ «ФИПИ» организует установочные предэкзаменационные вебинары для всех членов региональных предметных комиссий. Это мероприятие всегда рассматривалось нами как однозначно полезное, позволяющее экспертам освежить в памяти наиболее важные моменты, которые обсуждались в ходе весеннего обучения, а также непосредственно соотнести свой подход к разрешению неоднозначных ситуаций

оценивания с позицией руководителей ФПК. В этом году, как и в прошлом, предэкзаменационный вебинар ФПК был предложен экспертам в записи, выложенной на ресурсе региональной предметной комиссии. Публикация состоялась за две недели до экзамена, 24 мая, что позволило экспертам внимательно и в удобном для них режиме ознакомиться с его содержанием, а при необходимости — задать уточняющие вопросы руководителям РПК.

В 2023 году при проверке работ основного экзамена региональная предметная комиссия по физике располагалась на одном этаже школы № 245, для работы основных экспертов было выделено семь аудиторий. Одна отдельная аудитория предназначалась для трех руководителей ПК, одна аудитория для периодических совещаний руководителей ПК и экспертов-консультантов в ходе проверки и одна аудитория с возможностью выхода в интернет с помощью сотрудника РЦОИ.

В резервные дни проверка проводилась в помещении школы № 229 на одном этаже: одна аудитория отводилась для работы экспертов, в другой аудитории работал сотрудник РЦОИ, обеспечивая руководителям ПК выход в интернет и связь с РЦОИ.

В каждой из семи аудиторий в период проверки работ основного экзамена было оборудовано место для консультанта, который проводил консультирование по всем заданиям и по всем организационным вопросам. Таким образом, основным экспертам не было необходимости выходить за пределы своей аудитории для получения ответа на возникшие вопросы, что значительно экономило рабочее время и максимально сокращало круг очного общения экспертов.

Консультирование на основном экзамене в аудиториях вели семь экспертов-консультантов и три руководителя РПК. На резервных экзаменах в качестве консультанта работал руководитель РПК.

Для повышения согласованности оценивания в 2023 году на основном экзамене использовалась следующая схема мероприятий:

– Накануне экзамена в помещении РЦОИ руководители РПК и эксперты-консультанты на основе изучения критериев оценивания, дополнительных рекомендаций, размещенных на форуме ФПК, «пилотной» (впоследствии аннулируемой) проверки случайной выборки из 10 экзаменационных работ готовились к предпроверочному инструктажу: разрабатывали и согласовывали две дополнительные инструкции («памятки»), обеспечивающие согласованность предпроверочного инструктажа во всех аудиториях.

– В день экзамена в пункте проверки экзаменационных работ руководитель РПК с 9.30 до 10.00 для экспертов-консультантов провел дополнительное совещание по уточнению позиций, обсуждаемых накануне (с учетом новой информации с форума ФПК).

– В каждой аудитории с экспертами с 10.00 до 11.00 эксперты-консультанты провели основной предпроверочный инструктаж по согласованным с руководителями РПК позициям.

– В 12.30 состоялось дополнительное совещание между руководителями РПК и экспертами-консультантами по обсуждению проблем, выявленных в хо-

де проверки первого пакета из 10 работ. Варианты решения этих проблем были доведены консультантами до сведения работающих в аудиториях экспертов. До этого момента никто из экспертов не сдавал проверенные работы первого пакета и не приступал к проверке следующего пакета работ.

Далее, в течение всего первого дня проверки по мере выявления дополнительных проблем и новых нюансов оценивания оперативная информация быстро доводилась руководителями РПК до сведения всех экспертов, работающих в аудиториях.

Второй день проверки работ основного экзамена начинался для экспертов-консультантов с обсуждения итогов первого дня и уточнения решений по выявленным проблемам. Во всех аудиториях руководителем РПК был проведен дополнительный инструктаж, содержащий резюме по всем решениям, принятым в первый день проверки.

В резервные дни выработка дополнительных рекомендаций по оцениванию с учетом информации с форума ФПК и согласование позиций между руководителями РПК проводились непосредственно перед проверкой и сразу доводились до сведения работавших в резервные дни экспертов. Дополнительные мероприятия по согласованию не требовались.

Как указывалось выше, помимо указаний к оцениванию, выработанных ФПК и представленных в пакете обобщенных критериев оценивания, при проверке работ основного экзамена экспертам предлагались две дополнительные региональные «памятки» — рекомендации по организационным аспектам проверки и по оцениванию конкретных задач. Во второй памятке в форме таблиц-опор фиксировались:

– для качественных задач необходимые логические шаги, соответствующие полному правильному решению с указанием возможных вариантов ссылок на необходимые для объяснения явления и законы;

– для расчетных задач — количество и названия необходимых для решения формул.

Именно эти элементы — отправные точки для проведения оценивания. Эти «памятки», являясь основой для проведения предэкзаменационного инструктажа в аудиториях, распечатывались для каждого эксперта.

При проверке работ резервных экзаменов дополнительные рекомендации по оцениванию озвучивались, но в формате «памятки» не фиксировались.

В общей сложности на основном экзамене зафиксировано около пятисот обращений к экспертам-консультантам, из которых большинство касалось заданий № 24 и 30 основного экзамена (примерно 40 % от общего числа обращений).

Количество обращений основных экспертов к экспертам-консультантам по-прежнему достаточно велико. Несмотря на наличие желания у ряда экспертов переложить ответственность по принятию решения на плечи эксперта-консультанта даже в стандартных ситуациях оценивания, обращения к консультантам в целом приветствуются, так как, по сути, являются дополнительным ресурсом повышения квалификации членов предметной комиссии, направленным на повышение согласованности в оценивании.

3. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЕГЭ 2023 ГОДА

Содержание контрольно-измерительных материалов экзаменационной работы 2023 года определялось на основе ФГОС (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 № 413 с изменениями, внесенными приказами Министерства образования и науки Российской Федерации от 29.12.2014 № 1645, от 31.12.2015 № 1578, от 29.06.2017 № 613, приказами Министерства просвещения Российской Федерации от 24.09.2020 № 519, от 11.12.2020 № 712) с учетом примерной основной образовательной программы среднего общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28.06.2016 № 2/16з)).

В КИМ обеспечена преемственность между положениями ФГОС и федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования (приказ Минобразования Российской Федерации от 05.03.2004 № 1089 «Об утверждении федерального компонента государственных образовательных стандартов начального общего, основного общего и среднего (полного) общего образования» с изменениями, внесенными приказами Министерства образования и науки Российской Федерации от 03.06.2008 № 164, от 31.08.2009 № 320, от 19.10.2009 № 427, от 10.11.2011 № 2643, от 24.01.2012 № 39, от 31.01.2012 № 69, от 23.06.2015 № 609, от 07.06.2017 № 506), в соответствии с которым формировались КИМ ЕГЭ предыдущих лет.

В прошлом, 2022 году в структуре КИМ произошли структурные изменения по сравнению с КИМ предшествующих лет. Эти изменения отражали в полной мере тенденции изменений требований к выпускнику средней школы, зафиксированные во ФГОС.

Структура КИМ-2023 (представлена в таблице 3) по сравнению с КИМ-2022 практически не претерпела никаких существенных изменений, за исключением того, что задания 1-й и 2-й линии переместились на позиции 20 и 21, соответственно, сдвинулись и задания остальных линий.

Таблица 3

Структура экзаменационной работы 2023 года

Часть работы	Количество заданий	Максимальный первичный балл (процент от максимального первичного балла за всю работу)	Тип заданий
1 часть	23	34 (63 %)	С кратким ответом
2 часть	7	20 (37 %)	С развёрнутым ответом
Итого	30	54	

Распределение заданий по уровню сложности показано в таблице 4.

Таблица 4

Распределение заданий по уровню сложности

Уровень сложности	Количество заданий	Процент от максимально возможного первичного балла	Распределение заданий по частям работы
Базовый	19	48 %	1-я часть: 19
Повышенный	7	28 %	1-я часть: 4 2-я часть: 3
Высокий	4	24 %	2-я часть: 4
Итого	30	100 %	30

Следует отметить важные структурные и смысловые изменения в заданиях (по сравнению с КИМ прошлых лет), появившиеся в прошлом (2022) году и присутствующие в КИМ-2023:

1. В части 1 работы линии заданий № 20 и 21 имеют *интегрированный* характер и включают в себя элементы содержания *не менее чем из трех* разделов курса физики.

2. В заданиях на множественный выбор (линии заданий № 4, 10 и 15) *предлагается выбрать все верные ответы из пяти предложенных утверждений*. Таких ответов может быть *два*, а может быть *три*.

3. В части 2 в расчетной задаче № 30 дополнительно к решению необходимо представить *обоснование* использования необходимых для решения законов и формул. Максимальная оценка за эту задачу — 4 балла, при этом выделено два критерия оценивания: для обоснования использования законов (максимально 1 балл) и для математического решения задачи (максимально 3 балла).

Обоснование используемой физической модели традиционно считалось важным элементом алгоритма решения физической задачи, но редко в явном виде фиксировалось в записи решения. Написание небольшого «физического эссе» на эту тему оказалось затруднительным для всех категорий экзаменуемых. Тем более что получить за него один балл по соответствующему критерию можно было только при условии, что с физической точки зрения это эссе безукоризненно. С нашей точки зрения, именно этим изменением в КИМ обусловлено относительно небольшое количество стобалльных работ.

Используемые в Санкт-Петербурге варианты КИМ полностью соответствовали заявленной в спецификации и демоверсии структуре.

Значимых ошибок и неточностей в формулировках заданий экзаменационных работ основного и резервных экзаменов не выявлено.

Полный перечень проблем, возникших у экспертов при проверке заданий с развернутым ответом на основном экзамене, представлен в разделе отчета, посвященном содержательному анализу выполнения заданий КИМ. Там же сформулированы предложения предметной комиссии по их устранению в дальнейшем.

Выявить статистически достоверные системные затруднения экспертов в резервные дни не представляется возможным вследствие малого числа участников экзамена и, соответственно, проверенных работ.

4. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКЗАМЕНА 2023 ГОДА

4.1. Характеристика участников экзамена по физике 2023 года

Экзамен по физике в 2023 году выбрали 4285 выпускников (4775 — в 2022 году). Это составляет 12,75 % от общего числа сдававших ЕГЭ, что несколько меньше, чем в прошлом году (см. таблицу 5).

Таблица 5

Количество участников ЕГЭ по физике за последние три года

2021 г.		2022 г.		**2023 г.**	
чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
5490	15,10	4775	13,65	4285	12,75

Распределение участников экзамена по гендерному признаку, как и в прошлые годы, в пользу юношей (табл. 6).

Таблица 6

Соотношение количества девушек и юношей

	2021 г.		2022 г.		**2023 г.**	
	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
Девушки	1157	21,07	877	18,37	930	21,70
Юноши	4333	78,93	3898	81,63	3355	78,30

В следующих таблицах показано распределение участников экзамена по физике — по категориям (табл. 7), в зависимости от типа образовательного учреждения (табл. 8) и по районам Санкт-Петербурга (табл. 9).

Таблица 7

Распределение участников ЕГЭ по физике по категориям

Всего участников ЕГЭ по предмету	**4285**
Из них:	
– выпускников текущего года (ВТГ), обучающихся по программам СОО	3803
– выпускников текущего года, обучающихся по программам СПО	227
– выпускников прошлых лет (ВПЛ)	255

Таблица 8

Распределение участников экзамена по физике по типам ОУ

Всего выпускников текущего года	**3803**
Из них выпускники:	
– Средней общеобразовательной школы	1642
– Лицея	742
– Средней общеобразовательной школы с углубленным изучением отдельных предметов	662

– Гимназии	502
– Кадетского (морского кадетского) военного корпуса	91
– Нахимовского военно-морского училища	40
– Академии (средняя школа при Академии)	37
– Суворовского военного училища	32
– Университета (средняя школа при Университете)	31
– Центра образования	13
– Института	2
– Колледжа	1
– Основной общеобразовательной школы (нет аттестата о СО)	1
– Специальной (коррекционной) общеобразовательной школы	1
– Специальной (коррекционной) школы-интерната	1
– Центра лечебной педагогики и дифференцированного обучения	1
– Иных ОО	4

Таблица 9

Распределение участников экзамена по физике по районам Санкт-Петербурга

Район подчинения ОО	Количество участников ЕГЭ по учебному предмету, чел.	% от общего числа участников в регионе
Адмиралтейский	150	3,50
Василеостровский	195	4,55
Выборгский	389	9,08
Калининский	426	9,94
Кировский	230	5,37
Колпинский	117	2,73
Красногвардейский	234	5,46
Красносельский	272	6,35
Кронштадтский	62	1,45
Курортный	28	0,65
Московский	284	6,63
Невский	311	7,26
Петроградский	136	3,17
Петродворцовый	129	3,01
Приморский	349	8,14
Пушкинский	234	5,46
Фрунзенский	241	5,62
Центральный	256	5,97
Комитет по образованию	242	5,65

Общие выводы:

Количество участников экзамена по физике по сравнению с прошлым годом уменьшилось на 10 %. Аналогично уменьшилась (почти на 1 %) доля сдававших физику по отношению к общему числу участников ЕГЭ. Это снижение фиксируется в течение ряда последних лет и может рассматриваться как тенденция.

Процентное соотношение между юношами и девушками в целом соответствует аналогичным показателям прошлых лет: экзамен по физике считается мужским. Неожиданным оказалось небольшое увеличение доли «женского» участия в экзамене в текущем году по сравнению с предыдущим годом, однако какие-либо существенные выводы в этой связи нам кажутся преждевременными.

Стоит отметить небольшое увеличение по сравнению с прошлым годом (14 %) количества участников ЕГЭ — выпускников СПО, а также заметное (30 %) уменьшение участников — выпускников прошлых лет: это явная тенденция (табл. 10).

Таблица 10

Динамика изменения количества выпускников СПО и выпускников прошлых лет, участвовавших в экзамене по физике

Категория участников ЕГЭ по физике	2021 год	2022 год	**2023 год**
Выпускники прошлых лет	431	363	254
Выпускники СПО	216	195	227

Процентные соотношения между участниками экзамена, обучавшимися в образовательных организациях разных типов, достаточно стабильны и в целом соответствуют аналогичным показателям прошлых лет. Подавляющее большинство сдававших экзамен обучались в средних общеобразовательных школах, далее по доле участников идут лицеи, школы с углубленным изучением отдельных предметов и гимназии.

Процентное распределение участников экзамена по районам города также достаточно стабильно в течение всех лет проведения ГИА в формате ЕГЭ, так как определяется в основном количеством образовательных учреждений и численностью обучающихся в районе.

Таким образом, анализ количественных показателей участия в экзамене по физике в Санкт-Петербурге за последние несколько лет позволяет сделать вывод о наличии тенденции 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 ОО и районам оказывается достаточно стабильным, из года в год меняется незначительно, очевидных тенденций его изменения не прослеживается.

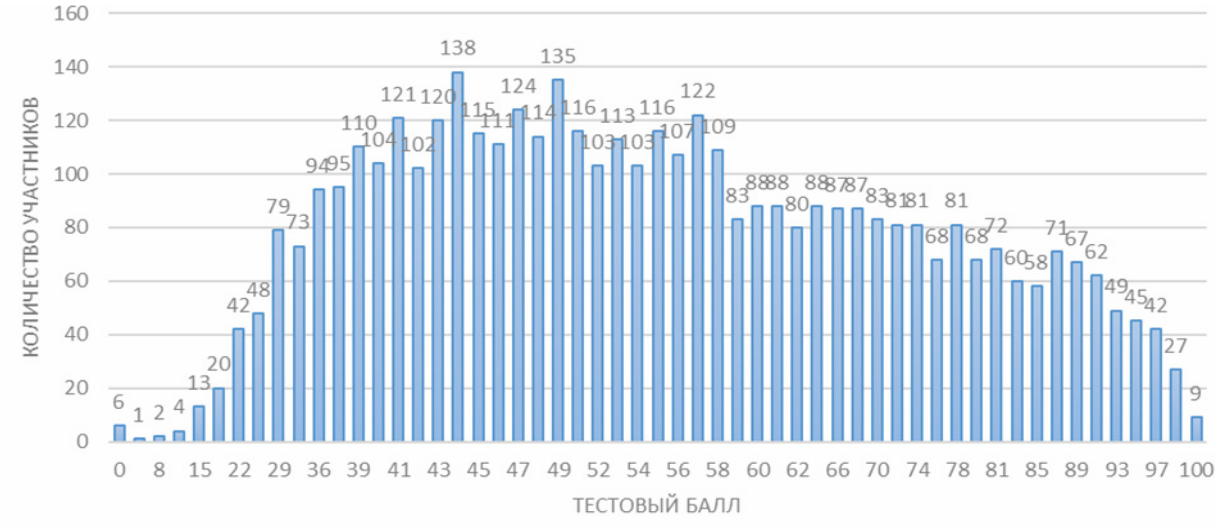
4.2. Основные результаты ЕГЭ по физике в 2023 году

Средний балл в 2023 году на основном этапе экзамена составил 56,58, что несколько выше, чем в прошлом году (56,14). Девять человек получили максимальный балл, в прошлом году их количество было меньше (5 человек).

Ниже представлена диаграмма распределения участников по тестовым баллам.

Диаграмма

Распределение участников ЕГЭ по физике по тестовым баллам в 2023 г.



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

Таблица 11

Сравнение результатов ЕГЭ основного периода экзамена по физике за последние три года

Группы участников	Санкт-Петербург		
	2021 г.	2022 г.	**2023 г.**
Набрали ниже минимального балла, %	3,83	5,11	6,72
Набрали от минимального до 60 баллов, %	57,92	63,39	59,35
Набрали от 61 до 80 баллов, %	24,94	21,30	20,82
Набрали от 81 до 99 баллов, %	12,73	10,09	12,91
Получили 100 баллов, чел.	32	5	9
Средний тестовый балл	58,82	56,14	56,58

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

Таблица 12

Распределение результатов для разных категорий участников экзамена

	ВТГ, обучающиеся по программам СОО	ВТГ, обучающиеся по программам СПО	ВПЛ	Участники ЕГЭ с ОВЗ
Доля участников, набравших балл ниже минимального	0,04	0,30	0,25	0,13
Доля участников, получивших тестовый балл от минимального балла до 60 баллов	0,59	0,67	0,64	0,46
Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	0,23	0,026	0,09	0,22
Доля участников, получивших от 81 до 99 баллов	0,14	0,004	0,02	0,19
Количество участников, получивших 100 баллов, чел.	9	0	0	0

В следующей таблице 13 показаны результаты основного этапа экзамена для выпускников разных типов ОУ.

Таблица 13

Распределение результатов участников экзамена с учетом типа ОУ

	Доля участников, получивших тестовый балл, в %				Количество участников, получивших 100 баллов, чел.
	ниже минимального	от минимального до 60 баллов	от 61 до 80 баллов	от 81 до 99 баллов	
Академия	0,26	0,30	0,23	0,21	0
Гимназия	0,02	0,57	0,27	0,14	2
Иное	0,20	0,69	0,09	0,02	0
Институт	0,33	0,59	0,08	0	0
Кадетский (морской кадетский) военный корпус	0,03	0,69	0,20	0,08	0
Колледж	0,30	0,66	0,03	0,01	0
Лицей	0,01	0,35	0,31	0,33	3
Нахимовское военно-морское училище	0	0,675	0,225	0,075	1
Основная общеобразовательная школа	0	1,00	0	0	0
Профессиональное училище	0,33	0,67	0	0	0
Профессиональный лицей	0,60	0,40	0	0	0
Специальная (коррекционная) общеобразовательная школа	0	1,00	0	0	0
Специальная (коррекционная) школа-интернат	0	1,00	0	0	0
Средняя общеобразовательная школа	0,07	0,68	0,18	0,07	1
Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов	0,03	0,65	0,21	0,10	1
Суворовское военное училище	0	0,09	0,34	0,53	1
Техникум	0,21	0,75	0,04	0	0
Университет	0	0,19	0,40	0,41	0
Центр лечебной педагогики и дифференцированного обучения	1,00	0	0	0	0
Центр образования	0,07	0,72	0	0,21	0

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. Лидерами по проценту двоечников в 2023 году стали выпускники ПОУ и общеобразовательных школ при академиях и институтах.

Ниже (табл. 14) показано распределение результатов основного этапа экзаменов для ОУ, подчинённых администрациям разных районов города.

Таблица 14

Распределение результатов участников экзамена по районам Санкт-Петербурга

Административная принадлежность ОУ	Количество участников экзамена, чел.	Доля участников, получивших тестовый балл, в %				Количество участников, получивших 100 баллов, чел.
		ниже минимального	от минимального до 60 баллов	от 61 до 80 баллов	от 81 до 99 баллов	
Комитет по образованию	242	0,36	0,62	0,02	0	0
ОУО Адмиралтейского района	150	0,04	0,54	0,21	0,20	1
ОУО Василеостровского района	195	0,04	0,47	0,24	0,25	1
ОУО Выборгского района	389	0,04	0,60	0,24	0,12	0
ОУО Калининского района	426	0,03	0,50	0,29	0,18	2
ОУО Кировского района	230	0,06	0,67	0,19	0,08	0
ОУО Колпинского района	117	0,07	0,61	0,19	0,13	0
ОУО Красногвардейского района	234	0,04	0,65	0,19	0,12	0
ОУО Красносельского района	272	0,08	0,65	0,18	0,09	0
ОУО Кронштадтского района	62	0	0,85	0,10	0,05	0
ОУО Курортного района	28	0,07	0,57	0,29	0,07	0
ОУО Московского района	284	0,07	0,63	0,19	0,11	0
ОУО Невского района	311	0,05	0,58	0,24	0,13	0
ОУО Петроградского района	136	0,04	0,62	0,24	0,09	2
ОУО Петродворцового района	129	0,08	0,67	0,17	0,08	0
ОУО Приморского района	349	0,06	0,61	0,22	0,11	0
ОУО Пушкинского района	234	0,06	0,57	0,25	0,12	0
ОУО Фрунзенского района	241	0,05	0,65	0,20	0,09	1
ОУО Центрального района	256	0,02	0,47	0,20	0,30	2

Наибольший процент «двоечников» в ОУ подчинения КО (это преимущественно ПОУ). Самый большой процент высокобалльных работ имеют Адмиралтейский, Василеостровский, Центральный и Калининский районы, на территории которых расположены статусные лицеи и школы, известные не только в Санкт-Петербурге, но и в других регионах РФ.

В следующих таблицах приведены названия ОУ, показавших наилучшие (табл. 15) и наихудшие (табл. 16) результаты ЕГЭ по физике в 2023 году.

Список ОУ, показавших ***наилучшие результаты***, формировался с учетом таких критериев:

✓ Доля участников ЕГЭ, *получивших от 81 до 100 баллов*, имеет *максимальные значения* (по сравнению с другими ОО Санкт-Петербурга).

✓ Доля участников ЕГЭ, *не набравших минимальный балл, имеет минимальные значения* (ноль процентов).

✓ В экзамене участвовало не менее 10 человек.

Таблица 15

Образовательные организации, показавшие в 2023 году наилучшие результаты на ЕГЭ по физике

№	Наименование ОО	Количество участников, чел.	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	Доля участников, получивших от порогового до 60 баллов	Доля участников, не набравших минимальный балл
1	ГБОУ «Президентский ФМЛ № 239»	77	0,73	0,25	0,03	0
2	ГБОУ лицей № 30	46	0,70	0,28	0,02	0
3	Лицей ФТШ	24	0,58	0,33	0,08	0
4	ФГКОУ СПб СВУ МО РФ	32	0,56	0,34	0,09	0
5	ГБОУ лицей № 366	39	0,54	0,36	0,10	0
6	ГБНОУ Аничков лицей	20	0,50	0,35	0,15	0
7	ГБОУ лицей № 64	13	0,46	0,31	0,23	0
8	ГБОУ лицей № 369	14	0,43	0,43	0,14	0
9	ГБОУ лицей № 101	26	0,42	0,35	0,23	0
10	ФГБОУ ВО СПбГУ	31	0,42	0,42	0,16	0
11	ГБОУ гимназия № 402	10	0,40	0,30	0,30	0
12	ГБОУ лицей № 470	15	0,40	0,20	0,40	0
13	ГБОУ лицей № 226	13	0,38	0,38	0,23	0
14	ГБОУ лицей № 344	50	0,38	0,28	0,34	0
15	Естественно-научный лицей СПбПУ	49	0,37	0,41	0,22	0
16	ГБОУ лицей № 393	15	0,33	0,40	0,27	0
17	ГБОУ гимназия № 116	21	0,33	0,33	0,33	0

18	ГБОУ лицей № 281	16	0,31	0,50	0,19	0
19	ГБОУ гимназия № 92	10	0,30	0,30	0,40	0
20	ГБОУ гимназия № 540	10	0,30	0,40	0,30	0
21	Военная академия связи	37	0,30	0,32	0,38	0

Основные критерии для формирования списка ОУ, показавших ***наихудшие результаты***:

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

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

✓ В экзамене участвовало не менее 10 человек.

Таблица 16

Образовательные организации, показавшие в 2023 году наихудшие результаты на ЕГЭ по физике

№	Наименование ОО	Количество участников, чел.	Доля участников, не набравших минимальный балл	Доля участников, получивших от минимального до 60 баллов	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов
1	ГБОУ СОШ № 484	15	0,33	0,67	0	0
2	ГБОУ СОШ № 291	10	0,20	0,60	0,00	0,20
3	ГБОУ СОШ № 320	12	0,17	0,67	0,17	0
4	ГБОУ СОШ № 604	31	0,16	0,61	0,13	0,10
5	ГБОУ СОШ № 270	14	0,14	0,71	0,07	0,07
6	ГБОУ лицей № 387	15	0,13	0,47	0,33	0,07
7	ГБОУ СОШ № 457	10	0,10	0,80	0	0,10
8	СПб КВК МО РФ	32	0,09	0,78	0,13	0
9	ГБОУ СОШ № 482	11	0,09	0,73	0,18	0
10	ГБОУ СОШ № 4	12	0,08	0,75	0,08	0,08
11	ГБОУ СОШ № 385	25	0,08	0,72	0,16	0,04
12	ГБОУ СОШ № 509	13	0,08	0,69	0,15	0,08
13	ГБОУ лицей № 590	13	0,08	0,38	0,31	0,23
14	Вторая Санкт-Петербургская Гимназия	13	0,08	0,31	0,31	0,31
15	ГБОУ СОШ № 303	14	0,07	0,79	0,07	0,07
16	Кадетский пожарно-спасательный корпус	21	0,05	0,95	0	0

Общие выводы:

Анализ результатов экзамена 2023 года разумно провести в сравнении с результатами экзамена прошлого года, так как с 2022 года не изменился формат контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике. Основные показа-

тели, характеризующие успешность сдачи экзамена по основному периоду текущего года, сопоставимы с аналогичными показателями предыдущего года. По некоторым показателям (процент не преодолевших минимальный порог, процент набравших от минимального до 60 баллов) чуть хуже, чем в прошлом году, по другим (процент высокобалльных работ (от 81 до 100 баллов), средний тестовый балл) — чуть лучше, чем в прошлом году. Нельзя не отметить существенное увеличение стобалльников — 9 против 5 в прошлом году. Это ожидаемо, т.к. для адаптации к любым новшествам требуется время.

У выпускников текущего года средний тестовый балл, несмотря на незначительное повышение, находится в пределах от минимального до 60, что отражает усвоение основных понятий, моделей, формул и законов школьного курса физики на базовом уровне. Это тоже ожидаемый результат, так как подавляющее большинство (более 80 %) выпускников текущего года, как и в прошлом году, в старшей школе изучали физику именно на этом уровне.

Как и в прежние годы, среди выпускников текущего года наилучшие результаты ожидаемо показывают «статусные» естественнонаучные образовательные учреждения (лицеи) регионального или федерального подчинения, в том числе при вузах. Выпускники остальных общеобразовательных учреждений показывают результаты существенно более низкие, но в целом соответствующие требованиям ФГОС для базового уровня освоения предмета.

Выпускники текущего года, обучавшиеся по программам СОО, традиционно сдают экзамен существенно лучше выпускников текущего года, обучавшихся по программам СПО, и выпускников прошлых лет.

Процент «двоечников» у выпускников СПО в этом году еще выше, чем в прошлом: 29 % против 22 %. Уровень подготовки по физике в СПО кардинально не меняется и по-прежнему не выдерживает конкуренции с уровнем подготовки в общеобразовательных школах.

В 2023 году результаты выпускников прошлых лет по всем показателям практически идентичны прошлогодним. Второй год подряд среди выпускников прошлых лет нет стобалльников. Выпускники текущего года обучались по новым ФГОС, чем обусловлены изменения в КИМ. Эти изменения были давно анонсированы, во многих школах велась целенаправленная работа по их учету в ходе подготовки обучающихся к ГИА. Соответственно, выпускники прошлых лет обучались по другим программам и адаптироваться к новым заданиям КИМ должны были самостоятельно.

Среди школ, показавших наилучшие результаты по проценту высокобалльных работ при одновременном отсутствии «двоечников», несколько образовательных учреждений традиционно являются лидерами. Это, прежде всего, статусные лицеи и гимназии: «Президентский ФМЛ № 239», лицеи № 30, ФТШ, № 366, № 64, № 369, № 101, ФГБОУ ВО СПбГУ, лицеи № 470, № 344, Естественно-научный лицей СПбПУ, гимназия № 116, Военная академия связи и другие. Результаты этих школ можно считать стабильно высокими и статистически подтвержденными. Особо ценными, с нашей точки зрения, являются результаты выпускников Суворовского военного училища, не первый год входящего в топ лучших.

Среди школ, показавших худшие результаты, к сожалению, второй год подряд присутствуют лицей № 387, СОШ № 482 и № 385, Кадетский пожарно-

спасательный корпус, СПб КВК МО РФ. Удручающие результаты показали выпускники СОШ № 484: треть участников экзамена не набрала минимальный балл.

В этом списке не представлены ПОУ в силу того, что количество участников экзамена от ОУ не достигало 10 человек.

Таким образом, результаты этого года при сохранении основных тенденций в целом сопоставимы с результатами прошлого года, а по некоторым позициям заметно лучше.

4.3. Результаты выполнения отдельных заданий экзаменационной работы 2023 года

В таблице 17 представлены результаты выполнения заданий КИМ ***основного периода*** ЕГЭ 2023 года, включающие в себя средний процент выполнения по всему массиву экзаменационных работ, а также средний процент выполнения по отдельным группам экзаменуемых.

Уточнения по тематическому содержанию заданий приведены для основного экзамена 05.06.2023.

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

Таблица 17

Результаты выполнения заданий экзаменационной работы основного экзамена 2023 года по группам экзаменуемых с разным уровнем подготовки

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания*	Процент выполнения задания, %				
			средний	в группе не набравших минимальный балл	в группе получивших от минимального до 60 баллов	в группе получивших от 61 до 80 баллов	в группе получивших от 81 до 100 баллов
1	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: механика (*интерпретация графика зависимости проекции скорости от времени для равноускоренного движения*). **(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)**	Б	**85,18**	26,39	84,90	96,75	98,22

** Уровень сложности задания обозначен буквой: Б – базовый, П – повышенный, В – высокий.*

2	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: механика (*закон всемирного тяготения*). **(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)**	Б	**66,98**	4,86	58,47	92,38	96,98
3	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: механика (*механические колебания и волны*). **(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)**	Б	**78,95**	22,57	76,17	93,05	98,04
4	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: механика (*давление и сила давления*). **(Множественный выбор)**	П	**71,56**	37,85	67,91	80,38	91,37
5	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: механика (*плавание тел, сила Архимеда*). **(Соответствие между величинами и характером их изменения)**	Б	**54,42**	30,03	43,14	71,75	90,48
6	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: механика (*графическое описание движения тела в поле силы тяжести*). **(Соответствие между графиком и физической величиной)**	Б	**70,95**	24,83	63,08	91,37	97,78
7	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: молекулярная физика (*связь характеристик идеального газа, извлечение информации из таблицы*). **(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)**	Б	**69,29**	6,60	61,74	93,39	97,33
8	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: молекулярная физика	Б	**69,03**	3,82	61,23	94,17	97,86

	(*теплоемкость, извлечение информации из графика процесса*). **(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)**						
9	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: молекулярная физика (*I-е начало термодинамики, графическое описание изменений термодинамических величин для изопроцессов*). **(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)**	Б	**68,94**	7,29	60,87	92,83	99,11
10	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: молекулярная физика (*термодинамические параметры газового состояния*). **(Множественный выбор)**	П	**54,81**	22,40	47,46	67,26	84,88
11	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: молекулярная физика (*теплоемкость, агрегатные превращения*). **(Соответствие между величинами и характером их изменения)**	Б	**84,69**	42,88	81,95	96,75	99,38
12	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: электродинамика (*применение базовых понятий для описания связи заряда, силы тока и времени, извлечение информации из графика тока от времени*). **(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)**	Б	**48,38**	1,74	34,05	76,57	92,35
13	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: электродинамика (*электромагнетизм, самоиндукция*). **(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)**	Б	**64,11**	8,33	52,85	92,71	98,22
14	Применять при описании физических процессов и явлений величины	Б	**74,54**	25,69	67,95	93,72	98,93

	и законы: электродинамика (*законы геометрической оптики*). **(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)**						
15	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: электродинамика (*электромагнитные колебания в контуре*). **(Множественный выбор)**	П	**52,33**	14,06	36,73	81,17	96,80
16	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: электродинамика *(связь величин, характеризующих емкость плоского конденсатора*). **(Соответствие между величинами и характером их изменения)**	Б	**55,65**	23,26	44,79	74,05	92,17
17	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: электродинамика (*законы постоянного тока*). **(Соответствие между физическими величинами и формулами)**	Б	**67,40**	18,75	55,90	95,68	99,47
18	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: квантовая физика (*закон радиоактивного распада*). **(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)**	Б	**63,34**	10,76	51,59	92,15	97,69
19	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: квантовая физика (*постулаты Бора*). **(Соответствие между процессами и энергетическими переходами)**	Б	**56,37**	13,37	43,67	82,62	94,22
20	Правильно трактовать физический смысл изученных физических ве-	Б	**57,55**	29,69	53,30	66,87	76,25

	личин, законов и закономерностей. **(Множественный выбор)**						
21	Использовать графическое представление информации. **(Соответствие между указанием величин и графиком их зависимости друг от друга)**	П	**55,20**	7,29	41,05	85,99	94,93
22	Определять показания измерительных приборов. **(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)**	Б	**84,39**	32,64	83,92	94,73	96,62
23	Планировать эксперимент, отбирать оборудование. **(Множественный выбор)**	Б	**81,70**	30,21	79,39	94,39	98,40
24	Решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями: квантовая физика (*фотоэффект, энергия кванта и мощность света*). **(Развернутый ответ)**	П	**15,93**	0,23	3,79	25,67	63,46
25	Решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики: механика (*кинематика равномерного и равноускоренного движения*). **(Развернутый ответ)**	П	**47,97**	0	29,55	85,48	96,35
26	Решать расчетные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики: электродинамика (*геометрическая оптика, построение изображения в линзе*). **(Развернутый ответ)**	П	**40,44**	0	21,45	75,62	91,28
27	Решать расчетные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики: механика и молекулярная физика (*условие открытия клапана в сосуде при повышении давления*). **(Развернутый ответ)**	В	**15,53**	0	2,57	26,64	64,53
28	Решать расчетные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из	В	**21,35**	0	3,22	38,30	87,37

	одного-двух разделов курса физики: электродинамика (*выделение энергии в цепи с резистором и конденсатором*). **(Развернутый ответ)**						
29	Решать расчетные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики: электродинамика (*движение заряженной частиц в электрическом и магнитном полях*). **(Развернутый ответ)**	В	**26,97**	0	5,47	55,01	93,59
30 К1	Решать расчетные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики, обосновывая выбор физической модели для решения задачи: механика (*неупругое взаимодействие шара на нити и летящей пули*). **(Развернутый ответ, критерии 1 (обоснование) и критерий 2 (решение))**	В	**5,86**	0	0,16	4,93	36,12
30 К2		В	**21,86**	0	3,72	40,62	85,35

Среди заданий базового уровня сложности только одно задание (№ 12) имеет процент выполнения **ниже 50**. В этом задании нужно было определить заряд, прошедший по проводнику, опираясь на график зависимости силы тока от времени. Также можно отметить задания с наименьшим процентом выполнения: в среднем более 50 %. Но в группе «середняков» (набравших от минимального балла до 60 баллов) получен результат менее 50 %. Это задание № 5 на соответствие между величинами и характером их изменения (тема — механика, закон Архимеда); № 16 на соответствие между величинами и характером их изменения (тема — электродинамика, емкость плоского конденсатора) и № 19 на соответствие между величинами и характером их изменения (тема — квантовая физика, постулаты Бора).

Среди заданий повышенного уровня сложности как в первой, так и во второй части нет тех, процент выполнения которых **ниже 15**. Практически все такие задания выполнены в среднем более чем на 40 %. Выделяется задание № 24 — качественная задача (тема — квантовая физика, фотоэффект). Результат его выполнения равен 16 %.

Среди заданий высокого уровня сложности процент выполнения **ниже 15** имеет одно задание № 30 по критерию 1 — обоснование выбора физической модели в расчетной задаче на механику. Низкий результат выполнения (от 16 до 27 %) имеют задания с развернутым ответом: № 27 — задача на механику и молекулярную физику, № 28 и 29 — задачи на электродинамику, а также № 30

по критерию 2 — задача на механику с применением законов сохранения импульса и энергии.

К успешно выполненным заданиям по критерию *усвоенные элементы содержания / освоенные умения, навыки, виды деятельности* можно отнести:

• Задания базового уровня сложности с самостоятельной записью ответа в предложенных единицах измерения:

– № 1 (тема — механика, кинематика равноускоренного движения): средний процент выполнения 85, результат выполнения в группе «середняков» — 85 %;

– № 3 (тема — механика, механические колебания и волны): 79 % / 76 %;

– № 14 (тема — геометрическая оптика): 75 % / 68 %;

– № 22 (определение показаний измерительных приборов): 84 % / 83 %.

• Задания базового уровня сложности на соответствие между величинами и характером их изменения и на множественный выбор:

– № 11 (молекулярная физика, агрегатные состояния): 85 % / 82 %;

– № 23 (планирование эксперимента): 82 % / 79 %.

5. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ ПОЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ 2023 ГОДА

5.1. Задания первой части экзаменационной работы

Остановимся более подробно на заданиях первой части работы базового и повышенного уровня сложности, вызвавших **наибольшие затруднения** участников и имевших наименьший процент выполнения.

Условия заданий приведены из открытого варианта КИМ основного экзамена.

Задание № 5. Задание базового уровня на соответствие между величинами и характером их изменения.

***Средний процент выполнения* – 54 %**.

Результат выполнения в «средней» группе – 43 %.

На поверхности подсолнечного масла плавает деревянный шарик, частично погруженный в жидкость. Как изменятся сила Архимеда, действующая на шарик, и глубина погружения шарика, если он будет плавать в воде? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Сила Архимеда	Глубина погружения шарика в жидкость

Возможные причины затруднений экзаменуемых:

Основной причиной ошибок является непонимание того, что если одно и то же тело плавает в жидкостях различной плотности, то сила Архимеда, действующая на него, будет одинаковой.

Задание № 10. Задание повышенного уровня на множественный выбор.

***Средний процент выполнения* – 55 %**.

Результат выполнения в «средней» группе – 47 %.

В двух сосудах одинакового объема находятся разреженные газы.
В первом сосуде находится 2 моль гелия при температуре 127 °С, во втором сосуде находится 1 моль аргона при температуре 300 К. Выберите все верные утверждения о параметрах состояния указанных газов.
1) Абсолютная температура газа во втором сосуде выше, чем в первом.
2) Давления газов в сосудах одинаковы.
3) Среднеквадратичная скорость молекул газа в первом сосуде больше, чем во втором.
4) Концентрация газа в первом сосуде в 2 раза меньше, чем во втором.
5) Отношение средней кинетической энергии теплового движения молекул аргона к средней кинетической энергии теплового движения молекул гелия равно 0,75.
Ответ: _____.

Возможные причины затруднений экзаменуемых:

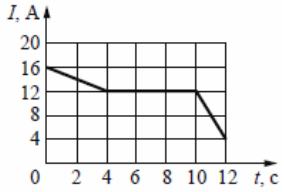
Ошибки в применении уравнения Менделеева-Клапейрона или формулы связи давления, температуры и концентрации при описании состояний газов, формулы для среднеквадратичной скорости. Следует отметить также, что формула связи температуры идеального газа со средней кинетической энергией поступательного движения его молекул изучается «точечно» и редко повторяется при изучении последующих тем. Для полного правильного решения задания необходимо использовать большое количество формул и соотношений. Кроме того, температуры газов приведены по разным шкалам, что также могло привести к ошибкам.

Задание № 12. Задание базового уровня с самостоятельной записью ответа в предложенных единицах измерения.

Средний процент выполнения – 48 %.

Результат выполнения в «средней» группе – 34 %.

На графике показана зависимость силы тока I в проводнике от времени t. Определите заряд, прошедший по проводнику за $\Delta t = 12$ с момента начала отсчета времени.
Ответ: _____ Кл.



Возможные причины затруднений экзаменуемых:

Неумение использовать графический способ определения заряда по известной зависимости тока от времени (площадь под графиком). Большинство пыталось использовать стандартную формулу $q = I \cdot \Delta t$, которая неприменима для случая изменяющегося с течением времени тока.

Графический способ хорошо освоен школьниками в применении к задачам на кинематику (нахождение пути при неравномерном движении по графику *v(t)*) и термодинамику (нахождение работы газа по графику *p(V)*). Для случая нахождения заряда при непостоянной силе тока этот способ в школе обсуждается заметно меньше.

Задание № 15. Задание повышенного уровня на множественный выбор.

***Средний процент выполнения* – 52 %**.

Результат выполнения в «средней» группе – 37 %.

В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре с течением времени.

t, 10^{-6} с	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
q, 10^{-9} Кл	2	1,41	0	-1,41	-2	-1,41	0	1,41	2	1,41

Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре.

1) Амплитуда колебаний заряда обкладки равна $4 \cdot 10^{-9}$ Кл.

2) Период колебаний равен $16 \cdot 10^{-6}$ с.

3) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с модуль силы тока в контуре максимален.

4) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.

5) В момент $t = 6 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора максимальна.

Ответ: _____.

Возможные причины затруднений экзаменуемых:

Задания на электромагнитные колебания в контуре традиционно вызывают затруднения у выпускников со слабой подготовкой по физике (и/или по математике). Это во многом обусловлено малым временем, отводимым на освоение этой темы при изучении курса физики на базовом уровне. Кроме того, для многих, по-видимому, вызывает затруднение корректное извлечение данных из таблицы.

Задание № 16. Задание базового уровня на соответствие между величинами и характером их изменения.

***Средний процент выполнения* – 56 %**.

Результат выполнения в «средней» группе – 45 %.

Пространство между пластинами заряженного плоского воздушного конденсатора, отключенного от источника напряжения, полностью заполняют диэлектриком. Как изменяются при этом заряд конденсатора и его электроемкость?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Заряд конденсатора	Электроемкость конденсатора

Возможные причины затруднений экзаменуемых:

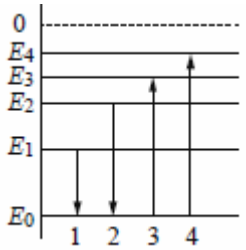
Достаточно традиционное задание. Типичная ошибка — в непонимании или игнорировании того факта, отключен или не отключен конденсатор от источника напряжения при изменении его емкости.

Задание № 19. Задание базового уровня на соответствие между процессами и энергетическими переходами.

***Средний процент выполнения* – 56 %**.

Результат выполнения в «средней» группе – 44 %.

На рисунке изображена упрощенная диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырех переходов связан с поглощением кванта света наименьшей частоты, а какой — с излучением кванта света наибольшей частоты?



Установите соответствие между процессами поглощения и излучения света и энергетическими переходами атома, указанными стрелками. 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 наименьшей частоты	1) 1 2) 2 3) 3 4) 4
Б) излучение кванта света наибольшей частоты	

Возможные причины затруднений экзаменуемых:

Еще одно стандартное задание, из года в год вызывающее затруднения при выполнении. Постулаты Бора изучаются «точечно», часто спешно и поверхностно (конец курса физики), плохо отрабатываются на уровне применения. Многие просто не понимают смысл энергетических диаграмм.

Задание № 20. Задание базового уровня на множественный выбор.

***Средний процент выполнения* – 58 %**.

Результат выполнения в «средней» группе – 53 %.

Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.
1) Если в данной системе отсчета материальная точка совершила ровно один полный оборот по окружности, то перемещение материальной точки в этой системе отсчета равно нулю.
2) Пар над поверхностью жидкости является насыщенным, если за одно и то же время с поверхности жидкости в среднем вылетает меньшее число молекул, чем возвращается обратно в жидкость.
3) Разноименные точечные электрические заряды притягиваются друг к другу.
4) Индукционный ток возникает в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего поверхность, ограниченную контуром.
5) Термоядерными реакциями называют экзотермические реакции распада тяжелых ядер.
Ответ: _____.

Возможные причины затруднений экзаменуемых:

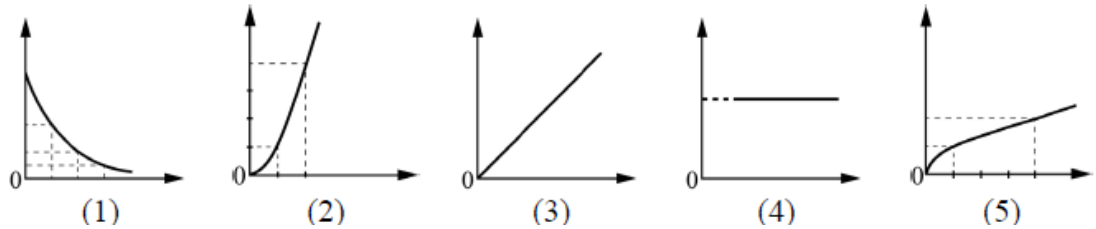
Это достаточно новая модель заданий (впервые появилась в 2022 году), проверяющая умение ориентироваться в базовых понятиях всего курса физики. Поэтому, помимо неумения ориентироваться в понятийном аппарате физики, на результат выполнения этого задания мог повлиять «дефицит» таких заданий в пособиях для подготовки к экзамену и недостаточная «натренированность» в решении таких заданий.

Задание № 21. Задание повышенного уровня на соответствие между указанием величин и графиком их зависимости друг от друга.

***Средний процент выполнения* – 55 %**.

Результат выполнения в «средней» группе – 41 %.

Даны следующие зависимости величин:
А) зависимость периода свободных колебаний математического маятника от длины нити маятника;
Б) зависимость силы тока по участку цепи, содержащему резистор сопротивлением R, от напряжения на резисторе;
В) зависимость числа нераспавшихся ядер радиоактивного элемента от времени.
Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ:

А	Б	В

Возможные причины затруднений экзаменуемых:

Также достаточно новая модель интегрированных заданий, проверяющая умение ориентироваться в функциональных зависимостях базовых физических величин всего курса физики, изображенных с помощью графиков. Как и задание № 20, это задание могло быть недостаточно широко представлено в пособиях для подготовки к экзамену, что может быть одной из причин затруднений. Кроме того, затруднения могли быть вызваны неспособностью правильно связать график зависимости с ее аналитическим видом и, соответственно, с физическими закономерностями.

С остальными заданиями первой части работы базового и повышенного уровня сложности успешно справились не только «отличники» и «хорошисты» (в среднем результат выполнения более 90 %), но и «середняки» (в среднем результат выполнения более 60 %).

Общие выводы по выполнению заданий первой части экзаменационной работы

Результаты выполнения первой части экзаменационной работы 2023 года в целом соответствуют результатам прошлых лет. Как и в прошлые годы, наибольшие затруднения у экзаменуемых вызывают задания:

– по темам школьного курса физики, которые изучаются «точечно»: их содержание не оказывается востребованным для повторения при освоении других тем;

– нестандартно сформулированные задания или задания, содержащие нестандартные элементы;

– задания, при выполнении которых необходимо соотнести информацию из нескольких источников и представленную в разных формах (вербально, с помощью одного или нескольких графиков, таблицы, схемы, диаграммы);

– задания новых форматов, не представленные в должной мере в пособиях для подготовки к ЕГЭ.

Можно отметить традиционные, фиксируемые в течение ряда лет затруднения экзаменуемых по темам «Насыщенный пар», «Электромагнитные колебания и волны» и «Постулаты Бора».

5.2. Задания второй части экзаменационной работы

Анализ типичных ошибок заданий с развернутым ответом

Условия заданий приведены из открытого варианта КИМ основного экзамена.

Задание № 24. Качественная задача повышенного уровня с развернутым ответом.

***Средний процент выполнения* – 16 %**.

Результат выполнения в «средней» группе – 4 %.
Результат выполнения в группе «хорошистов» (61–80 т.б.) – 26 %.
Результат выполнения в группе «отличников» (81–100 т.б.) – 64 %.

В опыте по изучению фотоэффекта катод освещается зеленым светом, в результате чего в цепи возникает ток (рис. *а*). Зависимость показаний амперметра *I* от напряжения *U* между анодом и катодом приведена на рис. *б*. Используя законы фотоэффекта и предполагая, что отношение числа фотоэлектронов к числу поглощенных фотонов не зависит от частоты света, объясните, как изменится представленная зависимость *I*(*U*), если освещать катод фиолетовым светом, оставив мощность поглощенного катодом света неизменной.

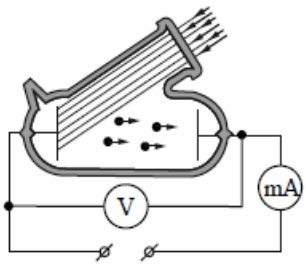


Рис. *а*

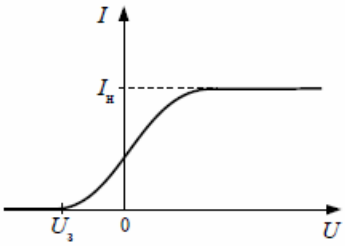


Рис. *б*

Возможные причины затруднений экзаменуемых:

К решению качественной задачи, как правило, приступает большинство выпускников, даже принадлежащих к наиболее слабой группе, однако результаты ее решения редко выходят на значение полного усвоения. В данном случае качественная задача была на тему квантовой физики, что в последние годы встречалось редко. Кроме того, эта тема проходится в самом конце изучения курса физики, ей уделяется недостаточно времени и усваивается она недостаточно хорошо. В основном ошибки возникали из-за непонимания связи неизменности мощности излучения с изменением количества поглощенных квантов в единицу времени при изменении энергии кванта. Встречалась путаница между величиной запирающего напряжения и модулем запирающего напряжения. Зачастую, приходя к выводу об увеличении модуля запирающего напряжения, участники экзамена в ответе использовали фразу «точка начала зависимости *I*(*U*) смещается вправо». Встречались попытки хоть что-то бездумно «соорудить», используя закономерности из другого раздела физики. Например, мощность излучения определялась как произведение тока насыщения на запирающее напряжение.

Задание № 25. Расчетная задача повышенного уровня с развернутым ответом.

***Средний процент выполнения* – 48 %**.
Результат выполнения в «средней» группе – 30 %.
Результат выполнения в группе «хорошистов» (61–80 т.б.) – 85 %.
Результат выполнения в группе «отличников» (81–100 т.б.) – 96 %.

Велосипедист из состояния покоя начинает прямолинейное равноускоренное движение по велодорожке в момент, когда мимо него с постоянной скоростью пробегает человек. Скорость велосипедиста в момент, когда он догнал бегуна, равна 4 м/с. Какова скорость бегуна в этот момент?

Возможные причины затруднений экзаменуемых:

Достаточно простая задача на кинематику равномерного и равноускоренного движения. «Хорошисты» и «отличники» справились с этим заданием практически без проблем. У более слабой группы проявилось недостаточное знание базовых формул кинематики.

Задание № 26. Расчетная задача повышенного уровня с развернутым ответом.

***Средний процент выполнения* – 40 %**.

Результат выполнения в «средней» группе – 21 %.

Результат выполнения в группе «хорошистов» (61–80 т.б.) – 76 %.

Результат выполнения в группе «отличников» (81–100 т.б.) – 91 %.

Тонкая линза, оптическая сила которой равна 4 дптр, дает действительное, увеличенное в 5 раз изображение предмета. На каком расстоянии от линзы находится предмет? Постройте изображение предмета в линзе.

Возможные причины затруднений экзаменуемых:

Достаточно простая задача на геометрическую оптику — построение изображения в линзе. «Хорошисты» и «отличники» справились с этим заданием, как и с предыдущим, практически без проблем. У более слабой группы проявилось как недостаточное понимание знаков в формуле тонкой линзы (в различных вариантах линзы были и собирающие, и рассеивающие, а изображения были и действительными, и мнимыми), так и недостаточное умение графически строить изображение в линзе. Встречалась путаница с обозначениями: F — фокусное расстояние и f — расстояние от линзы до изображения, D — оптическая сила и d — расстояние от предмета до линзы.

Задание № 27. Расчетная задача высокого уровня с развернутым ответом.

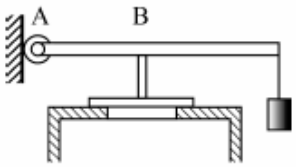
***Средний процент выполнения* – 16 %**.

Результат выполнения в «средней» группе – 3 %.

Результат выполнения в группе «хорошистов» (61–80 т.б.) – 27 %.

Результат выполнения в группе «отличников» (81–100 т.б.) – 65 %.

В цилиндр объемом 0,5 м^3 закачивается воздух со скоростью 0,002 кг/с. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем длиной 0,5 м, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рисунок). К свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг. Определите момент времени, когда клапан откроется, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия 5 см^2, расстояние АВ равно 0,1 м. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К. Стержень и клапан считать невесомыми.



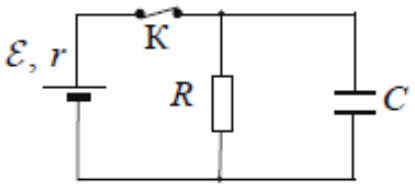
Возможные причины затруднений экзаменуемых:

Достаточно сложная и объемная задача, требующая применения знаний как из молекулярной физики, так и из механики Тематическое многообразие

задания стало причиной затруднений, причем процент выполнения у «средней» группы — на очень низком уровне, у «отличников» и «хорошистов» — на среднем и ниже среднего уровне, соответственно. «Механическая» часть задачи требовала применение знаний из наиболее трудного для усвоения (как показывает опыт) раздела — моменты сил. Не учитывались все силы, соответственно, и неправильно записывались уравнения равновесия. Не всегда верно определялись плечи сил и знаки моментов сил. Участники экзамена путали давление и силу давления. В «молекулярной» части не учитывали исходное атмосферное давление в сосуде. Не учитывали силу атмосферного давления, но в обоих описываемых состояниях газа — начальном и в момент открытия клапана — это зачастую приводило к правильному ответу. Что называется, четное число ошибок привело к правильному ответу. Нередки были арифметические ошибки при физически правильном решении.

Задание № 28. Расчетная задача высокого уровня с развернутым ответом.
***Средний процент выполнения* – 21 %**.
Результат выполнения в «средней» группе – 3 %.
Результат выполнения в группе «хорошистов» (61–80 т.б.) – 38 %.
Результат выполнения в группе «отличников» (81–100 т.б.) – 87 %.

В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К длительное время замкнут. ЭДС батарейки Ɛ = 12 В, отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $k = {}^{r}/_{R} = 0{,}2$. После размыкания ключа К в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты Q = 10 мкДж. Найдите заряд q конденсатора до размыкания ключа.



Возможные причины затруднений экзаменуемых:

Хорошо известная задача на выделение тепла в резисторе после размыкания ключа в цепи с конденсатором. Однако лишь «отличники» справились с этим заданием, гораздо хуже результаты в группе «хорошистов» и тем более в «средней» группе. Для решения требуется применение законов постоянного тока, формулы, связывающей заряд, напряжение и емкость конденсатора, и уравнение, описывающее преобразование энергии электрического поля заряженного конденсатора в тепло, выделяющееся на резисторе при разряде конденсатора. Казалось бы, несложная система уравнений, но многие с ней не справились. Возможно, сказался недостаточный уровень подготовки к решению задач высокого уровня на тему электродинамики. Встречались неоправданные попытки решения с применением закона Джоуля-Ленца. Зачастую проявлялось непонимание электрической схемы, напряжение на конденсаторе при замкнутой цепи принималось равной ЭДС. Наконец, камнем преткновения для многих (с точки зрения математических преобразований) становилось то, что заданы не сопротивления источника и резистора, а их отношение.

Задание № 29. Расчетная задача высокого уровня с развернутым ответом.
***Средний процент выполнения* – 27 %**.

Результат выполнения в «средней» группе – 5 %.
Результат выполнения в группе «хорошистов» (61–80 т.б.) – 55 %.
Результат выполнения в группе «отличников» (81–100 т.б.) – 94 %.

Ион с зарядом $q = 3{,}2 \cdot 10^{-19}$ Кл и массой $m = 1{,}5 \cdot 10^{-25}$ кг проходит ускоряющую разность потенциалов $U = 2$ кВ и после этого попадает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0{,}5$ Тл, в котором движется по окружности радиусом R. Определите R. Считать, что установка находится в вакууме. Силой тяжести и скоростью иона до прохождения ускоряющей разности потенциалов пренебречь.

Возможные причины затруднений экзаменуемых:

Также хорошо известная задача на движение заряженной частицы в электрическом и магнитных полях. Многократно встречалась как в вариантах ЕГЭ прошлых лет, так и в многочисленных сборниках.

«Отличники» справились отлично, «хорошисты» — средне.

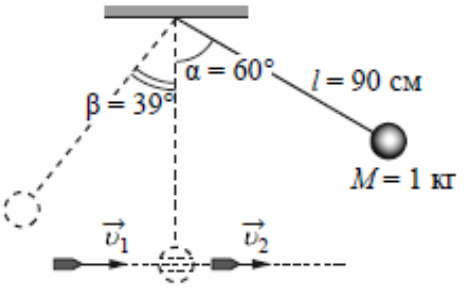
«Электрическую» часть задачи для определения скорости иона можно решать из теоремы о кинетической энергии (оптимально), либо используя динамический и кинематический подход (более трудоемко). Те, кто выбрал второй путь решения, зачастую ошибались в работе с большой совокупностью уравнений. «Магнитная» часть задачи предполагает использование выражение для силы Лоренца, II закон Ньютона в проекции на нормаль и выражение для центростремительного ускорения. В совокупности из этих трех уравнений с легкостью получается хорошо известное (для подготовленных выпускников) выражение для радиуса кривизны траектории заряженной частицы в магнитном поле. Беда в том, что те, кто использовал это выражение без несложного вывода, получил неполный балл. Этого выражения нет в кодификаторе.

Задание № 30. Расчетная задача высокого уровня с развернутым ответом, с обоснованием выбора физической модели.

Средний процент выполнения: ***по критерию 1 — 6 %;***
по критерию 2 — 22 %.

Результаты выполнения в «средней» группе – <1 % / 4 %.
Результаты выполнения в группе «хорошистов» (61–80 т.б.) – 5 % / 41 %.
Результаты выполнения в группе «отличников» (81–100 т.б.) – 36 % / 85 %.

Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол 60° и отпускают. В момент прохождения шара через положение равновесия в него попадает пуля, летящая навстречу шару, которая пробивает его и продолжает двигаться горизонтально (см. рисунок). Определите модуль изменения импульса пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол 39°. (Массу шара считать неизменной; диаметр шара — пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити; $\cos 39° = 7/9$). Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.



Возможные причины затруднений экзаменуемых:

Обоснование физической модели предполагало указание на:

– выбор инерциальной системы отсчета;

– отказ от учета размеров тел (материальные точки);

– условия применимости закона сохранения импульса при описании неупругого взаимодействия тел;

– условия применимости закона сохранения механической энергии при описании движения шара до и после взаимодействия.

Далеко не все приступившие к решению этого задания в полной мере смогли привести обоснование физической модели. Даже небольшие неточности не позволяли получить полный балл по этому критерию. Основные ошибки и неточности были в обосновании применимости законов сохранения. Так, ЗСИ обосновывался отсутствием внешних сил, а в обосновании ЗСЭ при движении шара игнорировалось указание на нулевую работу силы натяжения нити. Тем не менее, элемент «заученности» сыграл положительную роль: участники экзамена стали более четко и конкретно приводить обоснование физической модели (по сравнению с участниками прошлого года, когда требования по этому критерию появились впервые).

При решении самой задачи основные ошибки были при записи закона сохранения импульса в проекции на горизонтальное направление. Тут прослеживается «нелюбовь» выпускников к векторным величинам. Также встречались попытки (неудачные) решить задачу исходя не из законов сохранения, а из динамики тела, движущегося по окружности.

Общие выводы по выполнению заданий второй части экзаменационной работы

В таблице 18 представлены результаты выполнения в 2023 и 2022 году качественной задачи и расчетных задач повышенного и высокого уровня, требующих развернутого ответа.

Таблица 18

Сравнение успешности выполнения заданий с развернутым ответом

Задания	Средний процент выполнения, %	
	2023 год	2022 год
Качественная задача повышенного уровня сложности (**№ 24**): по квантовой физике (2023), по молекулярной физике и механике (2022)	16	24
Расчетная задача повышенного уровня сложности (**№ 25**): по механике (оба года)	48	26
Расчетная задача повышенного уровня сложности (**№ 26**): по геометрической оптике (2023), по квантовой физике (2022)	40	39

Расчетная задача высокого уровня сложности (**№ 27**): по молекулярной физике (оба года)	16	21
Расчетная задача высокого уровня сложности (**№ 28**): по электродинамике (оба года)	21	15
Расчетная задача высокого уровня сложности (**№ 29**): по электродинамике (2023), геометрической оптике (2022)	27	23
Расчетная задача высокого уровня сложности (**№ 30**): по механике (оба года)	22	13
Обоснование физической модели к задаче № 30	6	5

Три из четырех задач с развернутым ответом, тематические аналоги которых были в КИМ 2022 года, выполнены существенно лучше (задания № 25, 28 и 30), чем в прошлом году. Одна (№ 27) — хуже. Это в целом соответствует статистике прошлых лет: процент выполнения заданий второй части работы существенно зависит не столько от тематики задачи, сколько от деталей ее условия и степени оригинальности. Справедливости ради надо признать, что многие задания второй части в этом году были достаточно традиционными, известными, встречались с различными вариациями в прошлые годы. Надо отметить снижение процента выполнения по сравнению с прошлым годом качественной задачи (№ 24). Отчасти мы связываем это с тем, что тема «квантовая физика» традиционно «нелюбима» школьниками, особенно изучающими физику на базовом уровне. Также отметим некоторое улучшение процента выполнения задачи № 30 с обоснованием физической модели. Возможно, проявился элемент «привыкания» к заданиям такого типа.

Резюмируя, приходится в очередной раз признать, что у многих экзаменуемых методика и культура решения физических задач сформирована не в должной степени. Это проявляется, прежде всего, в попытках формального применения законов при непонимании специфики используемой физической модели. Кроме того, у многих выпускников далеко не на высоте культура оформления решений, что зачастую приводит к тому, что эксперты не всегда могут адекватно «расшифровать» записи экзаменуемых.

5.3. Метапредметные результаты обучения

Согласно ФГОС СОО, выполнение экзаменационной работы должно продемонстрировать достижение не только предметных, но и метапредметных результатов обучения. В экзаменационной работе по физике хотелось бы выделить несколько групп заданий, при выполнении которых востребованы определенные виды метапредметных умений (или **метапредметных универсальных учебных действий (УУД)**).

Первая группа заданий КИМ ЕГЭ по физике непосредственно связана с информационно-познавательной деятельностью (**информационно-познавательные УУД** 3.1.1.1.2), навыками работы с информацией, представленной в разных знаковых системах: текст, график, таблица, рисунок, схема.

На основе графиков построены условия заданий № 1, 6, 8, 9, 12, 21 и 24. Среди них наименьший процент выполнения имеют задания № 12, 21 и 24. Анализ этих заданий проведен в пп. 5.1 и 5.2.

На основе таблиц сформулированы условия заданий № 7 и 15. Относительно невысокий процент выполнения задания № 15 свидетельствует о недостаточной сформированности умения адекватно интерпретировать информацию, представленную в табличном варианте. Многие экзаменуемые не смогли увидеть периодичность описанных процессов и правильно определить необходимые для решения величины (период, амплитуду колебаний).

Электрические, оптические, энергетические схемы присутствуют в условиях заданий № 14, 19 и 28. Задание № 14 выполнено достаточно успешно, задания № 19 и 28 разобраны в пп. 5.1 и 5.2.

Вторая группа включает в себя два задания по методологии физического эксперимента — это **познавательные учебно-информационные УУД** (3.1.1.4.6). Это задания № 22 и 23, успешное выполнение которых непосредственно связано с владением навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, применением метода научного познания при планировании и проведении физического эксперимента, а также навыками регистрации результатов эксперимента. Эти задания базового уровня традиционно выполняются достаточно успешно, в 2023 году результат выполнения — более 80 %.

Третья группа заданий связана с умением критически оценивать и интерпретировать информацию — это **познавательные учебно-информационные УУД** (3.1.1.1). К ней можно отнести все задания на множественный выбор (№ 4, 10, 15, 20, 23). Задания № 4 и 23 решены весьма успешно (72 % и 82 % соответственно). Наибольшие затруднения среди перечисленных ожидаемо вызывают задания повышенного уровня (№ 10 и 15) и задание с выбором верных утверждений о физических явлениях, величинах и закономерностях (№ 20). Последние три разобраны в п. 5.1.

И еще одна немногочисленная, но очень важная группа заданий, успешное выполнение которых невозможно без применения на должном уровне **коммуникативных УУД** (2.4, 2.5, 2.6). Во-первых, это традиционная качественная задача № 24, которая требует структурированного, логически выстроенного и грамотного вербального описания физического явления или процесса. К сожалению, традиционно мы встречаемся при оценке этого задания с недостаточным усвоением таких навыков и умений. Еще одно, достаточно новое по формату задание № 30, для успешного выполнения которого требуется «владение навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований». В рамках этого задания есть требование вербального и подробного описания используемых физических моделей. Анализ моделей с их границами применения традиционно является элементом общего алгоритма решения физических задач. Однако школьная практика показывает, что этот пункт алгоритма часто принимается «по умолчанию», на нем «экономится» время урока. Такой подход существенно затрудняет формирование должного уровня методологической культуры решения физиче-

ских задач и, как следствие, распространение этой культуры на другие предметы. Низкий процент выполнения заданий № 24 и 30 (по критерию 1) в группах «хорошистов» и «отличников» и практически нулевой в «средней» группе свидетельствует о слабой сформированности коммуникативных умений.

Таким образом, успешное выполнение подавляющего большинства заданий КИМ ЕГЭ по физике непосредственно связано с уровнем сформированности метапредметных умений и в значительной мере обусловлено ими. Это, в свою очередь, является естественным отражением уникальности потенциала физики как учебного предмета.

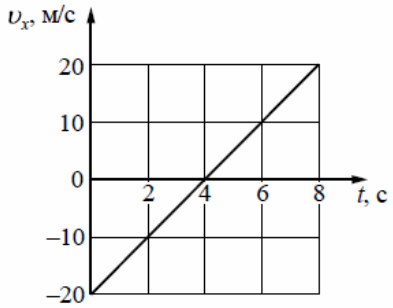
5.4. Элементы содержания, умения и виды деятельности, усвоенные выпускниками Санкт-Петербурга лучше других

Перечень заданий, усвоение которых в целом **можно** считать достаточным (табл. 19).

Таблица 19

Обозначение задания в работе	Уровень сложности задания*	Проверяемые элементы содержания и умения	Средний процент выполнения	Результат выполнения в «средней» группе
Задания, проверяющие умения *проводить эксперименты и опыты*				
22	Б	Задание на умение определять показания измерительных приборов. Пример:** Определите показания динамометра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Динамометр проградуирован в ньютонах. Ответ: (_____ ± _____) Н.	**84%**	83 %

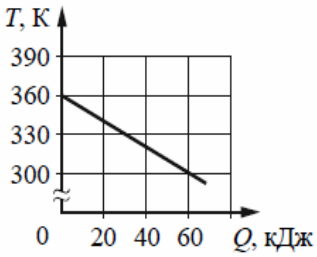
* *Уровень сложности задания обозначен буквой: Б – базовый, П – повышенный, В – высокий.*
** *Здесь и далее в таблице 20 приведены примеры заданий из открытого варианта.*

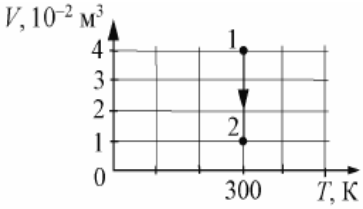
<table>
<tr><td>23</td><td>Б</td><td>Задание на умение планировать эксперимент, отбирать оборудование.
Пример:
Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость давления газа, находящегося в сосуде, от молярной массы газа. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены различными газами одинаковой массы при различной температуре (см. таблицу). Какие два сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?
<table><tr><th>№ сосуда</th><th>Объём сосуда, л</th><th>Температура газа в сосуде, К</th><th>Газ в сосуде</th></tr><tr><td>1</td><td>6</td><td>300</td><td>аргон</td></tr><tr><td>2</td><td>5</td><td>350</td><td>неон</td></tr><tr><td>3</td><td>4</td><td>320</td><td>аргон</td></tr><tr><td>4</td><td>4</td><td>270</td><td>аргон</td></tr><tr><td>5</td><td>4</td><td>320</td><td>неон</td></tr></table>Запишите номера выбранных сосудов.
Ответ: ☐☐</td><td>82 %</td><td>79 %</td></tr>
<tr><td colspan="5">Задания, проверяющие умения применять при описании физических процессов и явлений величины и законы</td></tr>
<tr><td>1</td><td>Б</td><td>Задание по механике на интерпретацию графика зависимости проекции скорости от времени для равноускоренного движения.
Пример:
На рисунке приведён график зависимости проекции скорости υ_x от времени t для тела, движущегося прямолинейно вдоль оси Ox. Определите проекцию a_x ускорения тела.
 

Ответ: _____ м/с^2.</td><td>85 %</td><td>85 %</td></tr>
<tr><td>2</td><td>Б</td><td>Задание по механике (закон всемирного тяготения).
Пример:
Две планеты обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Модули сил притяжения планет к звезде одинаковы. У первой из планет радиус орбиты в шесть раз больше, чем у второй. Каково отношение $\frac{m_1}{m_2}$ массы первой планеты к массе второй планеты?
Ответ: _____.</td><td>67 %</td><td>58 %</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Б</td><td>Задание по механике (механические колебания и волны).
Пример:</td><td>79 %</td><td>76 %</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td></td><td>Точно посередине между наблюдателем и скалой в дерево ударила молния. Наблюдатель услышал первый раскат грома через 1 с после вспышки молнии. Через какое время после вспышки молнии наблюдатель услышит отражённый от скалы звук?

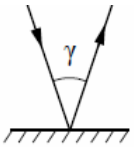
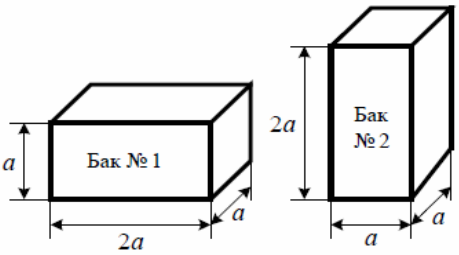
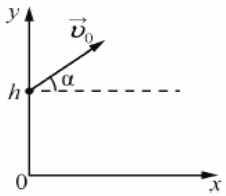
Ответ: через _____ с.</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>7</td><td>Б</td><td>Задание по молекулярной физике (связь характеристик идеального газа, извлечение информации из таблицы).
Пример:
Разреженный воздух в цилиндре переводится из состояния A в состояние B, причём его масса не изменяется. Параметры, определяющие состояния воздуха, приведены в таблице.
<table>
<tr><td></td><td>p, 10^5 Па</td><td>V, 10^{-3} м^3</td><td>T, К</td></tr>
<tr><td>состояние A</td><td>1,0</td><td>4</td><td>300</td></tr>
<tr><td>состояние B</td><td>0,5</td><td></td><td>600</td></tr>
</table>
Какое число следует внести в свободную клетку таблицы?

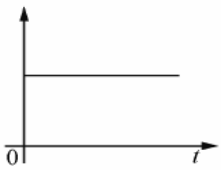
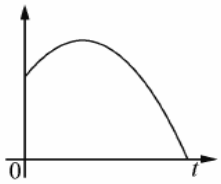
Ответ: _____.</td><td>69 %</td><td>62 %</td></tr>
<tr><td>8</td><td>Б</td><td>Задание по молекулярной физике (теплоемкость, извлечение информации из графика процесса).
Пример:
Твёрдое тело массой 2 кг остывает. На рисунке изображён график зависимости абсолютной температуры тела T от отданного им количества теплоты Q. Определите удельную теплоёмкость вещества, из которого изготовлено тело.
 

Ответ: _____ Дж/(кг·К).</td><td>69 %</td><td>61 %</td></tr>
<tr><td>9</td><td>Б</td><td>Задание по молекулярной физике (I-е начало термодинамики, графическое описание изменений термодинамических величин для изопроцессов).
Пример:
На VT-диаграмме показан процесс изменения состояния неизменной массы идеального одноатомного газа. Внешние силы в этом процессе совершили над газом работу, равную 5 кДж. Какое количество теплоты отдал газ в окружающую среду в этом процессе?
 

Ответ: _____ кДж.</td><td>69 %</td><td>61 %</td></tr>
<tr><td>13</td><td>Б</td><td>Задание по электродинамике (электромагнетизм, самоиндукция).
Пример:
Сила тока в катушке с индуктивностью 0,2 Гн за 0,05 с равномерно увеличилась от 2 А до 5 А. Чему равен модуль ЭДС самоиндукции в катушке?

Ответ: _____ В.</td><td>64 %</td><td>53 %</td></tr>
</table>

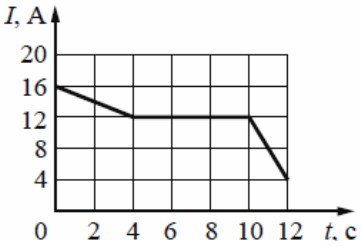
14	Б	Задание по электродинамике (законы геометрической оптики). Пример: Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 20°. Определите угол γ между падающим и отражённым лучами (см. рисунок).  Ответ: _____ градусов.	**75 %**	64 %
18	Б	Задание по квантовой физике (закон радиоактивного распада). Пример: Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид: $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0{,}4$ с$^{-1}$. Определите период полураспада этих ядер. Ответ: _____ с.	**63 %**	52 %
Задания, проверяющие умения *анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики*				
4	П	Задание на множественный выбор по механике (давление и сила давления). Пример: На полу лифта расположены два одинаковых металлических бака, доверху наполненные водой (см. рисунок). Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.  1) Первый бак действует на пол лифта с силой, в 2 раза большей, чем второй. 2) Первый бак оказывает на пол лифта в 2 раза меньшее давление, чем второй. 3) Давление воды на дно первого бака в 2 раза больше, чем на дно второго. 4) Силы давления воды на дно первого и второго баков одинаковы. 5) Если лифт начнёт движение вверх с ускорением 1 м/с^2, давление на дно баков уменьшится на 10%. Ответ: _____.	**72 %**	67 %
6	Б	Задание на соответствие между графиком и физической величиной по механика (графическое описание движения тела в поле силы тяжести). Пример: В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью $\vec{\upsilon}_0$ под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Графики А и Б отображают зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать. Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.  К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.	**71 %**	63 %

		ГРАФИКИ А)  Б)  ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ 1) кинетическая энергия мячика 2) потенциальная энергия мячика 3) проекция импульса мячика на ось x 4) проекция импульса мячика на ось y Ответ: А Б		
11	Б	Задание на соответствие между величинами и характером их изменения по молекулярной физике (теплоемкость, агрегатные превращения). Пример: В калориметр со льдом, имеющим температуру 0 °С, добавили воду при комнатной температуре. Как изменятся в результате установления теплового равновесия удельная теплоёмкость воды и масса льда в калориметре? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться. Удельная теплоёмкость воды | Масса льда	**85 %**	82 %
17	Б	Задание на соответствие между физическими величинами и формулами по электродинамике (законы постоянного тока). Пример: Установите соответствие между формулами для расчёта физических величин в цепях постоянного тока и названиями этих величин. В формулах использованы обозначения: R – сопротивление резистора; W – мощность тока в резисторе; U – напряжение на резисторе. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. ФОРМУЛЫ А) $\frac{W}{U}$ Б) $\sqrt{WR}$ ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ 1) сопротивление резистора 2) сила тока 3) напряжение на резисторе 4) работа тока Ответ: А Б	**67 %**	56 %

5.5. Элементы содержания, умения и виды деятельности, усвоенные выпускниками Санкт-Петербурга хуже других

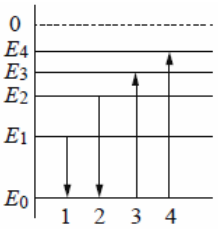
Перечень заданий, усвоение которых всеми выпускниками региона в целом и выпускниками с разным уровнем подготовки **нельзя** считать достаточным (табл. 20).

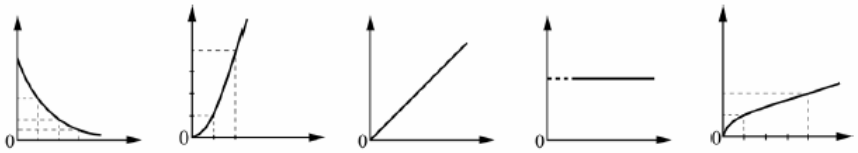
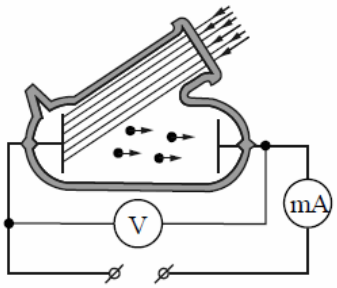
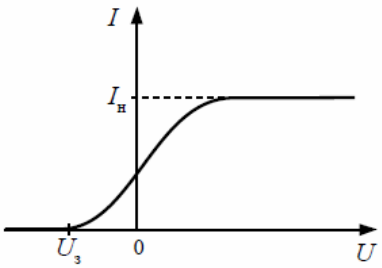
Таблица 20

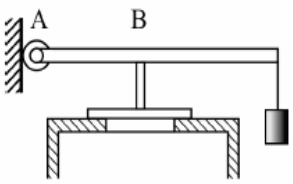
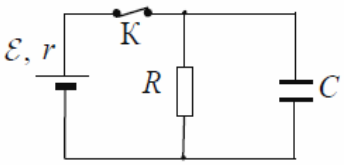
Обозначение задания в работе	Уровень сложности задания*	Проверяемые элементы содержания и умения	Средний процент выполнения	Результат выполнения в «средней» группе
Задания, проверяющие умения *применять при описании физических процессов и явлений величины и законы*				
12	Б	Задание по электродинамике (применение базовых понятий для описания связи заряда, силы тока и времени, извлечение информации из графика тока от времени). Пример: На графике показана зависимость силы тока I в проводнике от времени t. Определите заряд, прошедший по проводнику за Δt = 12 с с момента начала отсчёта времени. Ответ: _____ Кл. 	**48 %**	34 %
Задания, проверяющие умения *анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики*				
5	Б	Задание по механике на соответствие между величинами и характером их изменения (плавание тел, сила Архимеда). Пример: На поверхности подсолнечного масла плавает деревянный шарик, частично погружённый в жидкость. Как изменятся сила Архимеда, действующая на шарик, и глубина погружения шарика, если он будет плавать в воде? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения: 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться. Сила Архимеда | Глубина погружения шарика в жидкость |	**54 %**	43 %

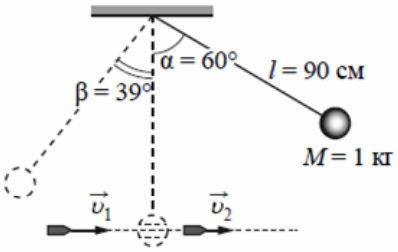
* *Уровень сложности задания обозначен буквой: Б – базовый, П – повышенный, В – высокий.*

<table>
<tr>
<td>10</td>
<td>П</td>
<td>Задание на множественный выбор по молекулярной физике (термодинамические параметры газового состояния).
Пример:
В двух сосудах одинакового объёма находятся разреженные газы. В первом сосуде находится 2 моль гелия при температуре 127 °С, во втором сосуде находится 1 моль аргона при температуре 300 К. Выберите все верные утверждения о параметрах состояния указанных газов.
1) Абсолютная температура газа во втором сосуде выше, чем в первом.
2) Давления газов в сосудах одинаковы.
3) Среднеквадратичная скорость молекул газа в первом сосуде больше, чем во втором.
4) Концентрация газа в первом сосуде в 2 раза меньше, чем во втором.
5) Отношение средней кинетической энергии теплового движения молекул аргона к средней кинетической энергии теплового движения молекул гелия равно 0,75.
Ответ: _____.</td>
<td>55 %</td>
<td>47 %</td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>П</td>
<td>Задание на множественный выбор по электродинамике (электромагнитные колебания в контуре).
Пример:
В идеальном колебательном контуре, состоящем из конденсатора и катушки индуктивности, происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялся заряд одной из обкладок конденсатора в колебательном контуре с течением времени.
<table><tr><td>t, 10^{-6} с</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td><td>9</td></tr><tr><td>q, 10^{-9} Кл</td><td>2</td><td>1,41</td><td>0</td><td>–1,41</td><td>–2</td><td>–1,41</td><td>0</td><td>1,41</td><td>2</td><td>1,41</td></tr></table>Выберите все верные утверждения о процессе, происходящем в контуре.
1) Амплитуда колебаний заряда обкладки равна $4 \cdot 10^{-9}$ Кл.
2) Период колебаний равен $16 \cdot 10^{-6}$ с.
3) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6}$ с модуль силы тока в контуре максимален.
4) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6}$ с сила тока в контуре равна 0.
5) В момент $t = 6 \cdot 10^{-6}$ с энергия конденсатора максимальна.
Ответ: _____.</td>
<td>52 %</td>
<td>37 %</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>Б</td>
<td>Задание на соответствие между величинами и характером их изменения по электродинамике (связь величин, характеризующих емкость плоского конденсатора).
Пример:
Пространство между пластинами заряженного плоского воздушного конденсатора, отключённого от источника напряжения, полностью заполняют диэлектриком. Как изменяются при этом заряд конденсатора и его электроёмкость?
Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:
1) увеличивается
2) уменьшается
3) не изменяется
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.</td>
<td>56 %</td>
<td>45 %</td>
</tr>
</table>

		<table><tr><td>Заряд конденсатора</td><td>Электроёмкость конденсатора</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>		
19	Б	Задание на соответствие между процессами и энергетическими переходами по квантовой физике (постулаты Бора). Пример: На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением кванта света наименьшей частоты, а какой – с излучением кванта света наибольшей частоты?  Установите соответствие между процессами поглощения и излучения света и энергетическими переходами атома, указанными стрелками. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. ПРОЦЕССЫ А) поглощение кванта света наименьшей частоты Б) излучение кванта света наибольшей частоты ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ 1) 1 2) 2 3) 3 4) 4 Ответ: <table><tr><td>А</td><td>Б</td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	**56 %**	44 %
20	Б	Задание на множественный выбор, проверяющее умение правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей. Пример: Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны. 1) Если в данной системе отсчёта материальная точка совершила ровно один полный оборот по окружности, то перемещение материальной точки в этой системе отсчёта равно нулю. 2) Пар над поверхностью жидкости является насыщенным, если за одно и то же время с поверхности жидкости в среднем вылетает меньшее число молекул, чем возвращается обратно в жидкость. 3) Разноимённые точечные электрические заряды притягиваются друг к другу. 4) Индукционный ток возникает в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего поверхность, ограниченную контуром. 5) Термоядерными реакциями называют экзотермические реакции распада тяжёлых ядер. Ответ: _____.	**58 %**	53 %
21	П	Задание на соответствие между указанием величин и графиком их зависимости друг от друга с использованием графического представления информации.	**55 %**	41 %

		Пример: Даны следующие зависимости величин: А) зависимость периода свободных колебаний математического маятника от длины нити маятника; Б) зависимость силы тока по участку цепи, содержащему резистор сопротивлением *R*, от напряжения на резисторе; В) зависимость числа нераспавшихся ядер радиоактивного элемента от времени. Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.  (1) (2) (3) (4) (5) Ответ: А Б В		
Задания, проверяющие умения решать *качественные задачи*, требующие применения знаний из одного или нескольких разделов школьного курса физики				
24	П	Задание с развернутым ответом по квантовой физике (фотоэффект, энергия кванта и мощность света). Пример: В опыте по изучению фотоэффекта катод освещается зелёным светом, в результате чего в цепи возникает ток (рис. *а*). Зависимость показаний амперметра *I* от напряжения *U* между анодом и катодом приведена на рис. *б*. Используя законы фотоэффекта и предполагая, что отношение числа фотоэлектронов к числу поглощённых фотонов не зависит от частоты света, объясните, как изменится представленная зависимость *I*(*U*), если освещать катод фиолетовым светом, оставив мощность поглощённого катодом света неизменной.  Рис. *а*  Рис. *б*	**16 %**	4 %
Задания, проверяющие умения решать *расчетные задачи* с явно заданной и неявно заданной физической моделью				
25	П	Задание с развернутым ответом по механике (кинематика равномерного и равноускоренного движения). Пример: Велосипедист из состояния покоя начинает прямолинейное равноускоренное движение по велодорожке в момент, когда мимо него с постоянной скоростью пробегает человек. Скорость велосипедиста в момент, когда он догнал бегуна, равна 4 м/с. Какова скорость бегуна в этот момент?	**48 %**	30 %

26	П	Задание с развернутым ответом по электродинамике (геометрическая оптика, построение изображения в линзе). Пример: Тонкая линза, оптическая сила которой равна 4 дптр, даёт действительное, увеличенное в 5 раз изображение предмета. На каком расстоянии от линзы находится предмет? Постройте изображение предмета в линзе.	**40 %**	21 %
27	В	Задание с развернутым ответом по механике и молекулярной физике (условие открытия клапана в сосуде при повышении давления). Пример: В цилиндр объёмом 0,5 м^3 закачивается воздух со скоростью 0,002 кг/с. В верхнем торце цилиндра есть отверстие, закрытое предохранительным клапаном. Клапан удерживается в закрытом состоянии стержнем длиной 0,5 м, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке А (см. рисунок). К свободному концу стержня подвешен груз массой 2 кг. Определите момент времени, когда клапан откроется, если в начальный момент времени давление воздуха в цилиндре было равно атмосферному. Площадь закрытого клапаном отверстия 5 см^2, расстояние АВ равно 0,1 м. Температура воздуха в цилиндре и снаружи не меняется и равна 300 К. Стержень и клапан считать невесомыми.  	**16 %**	3 %
28	В	Задание уровня с развернутым ответом по электродинамике (выделение энергии в цепи с резистором и конденсатором). Пример: В электрической схеме, показанной на рисунке, ключ К длительное время замкнут. ЭДС батарейки $\mathcal{E} = 12$ В, отношение внутреннего сопротивления батарейки к сопротивлению резистора $k = \frac{r}{R} = 0,2$. После размыкания ключа К в результате разряда конденсатора на резисторе выделяется количество теплоты $Q = 10$ мкДж. Найдите заряд q конденсатора до размыкания ключа.  	**21 %**	3 %
29	В	Задание с развернутым ответом по электродинамике (движение заряженной частиц в электрическом и магнитном полях). Пример: Ион с зарядом $q = 3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл и массой $m = 1,5 \cdot 10^{-25}$ кг проходит ускоряющую разность потенциалов $U = 2$ кВ и после этого попадает в однородное магнитное поле с индукцией $B = 0,5$ Тл, в котором движется по окружности радиусом R. Определите R. Считать, что установка находится в вакууме. Силой тяжести и скоростью иона до прохождения ускоряющей разности потенциалов пренебречь.	**27 %**	5 %
30	В	Задание с развернутым ответом по механике (неупругое взаимодействие шара на нити и летящей пули) с обоснованием выбора физической модели для решения задачи (*критерий 1 — обоснование, критерий 2 — решение*). Пример: Шар массой 1 кг, подвешенный на нити длиной 90 см, отводят от положения равновесия на угол 60° и отпускают. В момент прохождения		
К1			**6 %** **(<1 %)**	
К2			**22 %** **(4 %)**	

		шара через положение равновесия в него попадает пуля, летящая навстречу шару, которая пробивает его и продолжает двигаться горизонтально (см. рисунок). Определите модуль изменения импульса пули в результате попадания в шар, если он, продолжая движение в прежнем направлении, отклоняется на угол 39°. (Массу шара считать неизменной; диаметр шара – пренебрежимо малым по сравнению с длиной нити; $\cos 39° = \frac{7}{9}$.) Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.  		

5.6. Динамика успешности выполнения заданий разных лет по сходной тематике

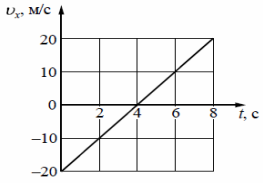
Структура экзаменационной работы 2023 года не претерпела принципиальных изменений по сравнению со структурой 2022 года, но заметно отличается от структуры предыдущих лет. Большинство заданий по структуре и тематике традиционны для КИМ ЕГЭ по физике, что позволяет провести сравнение результатов 2023 года с результатами 2022 года по многим линиям заданий. Для сравнения выберем только те задания, которые сходны по следующим позициям: структуре, тематике, уровню сложности, проверяемым элементам содержания. При этом сравнение результатов выполнения остается достаточно условным в связи с существенными для результата выполнения различиями в формулировках. Результаты сравнения представлены в таблице 21.

Таблица 21

Сравнение успешности выполнения заданий в 2023 и 2022 годах

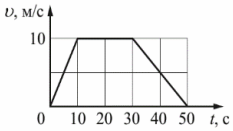
Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения **в 2023 году**	Средний процент выполнения задания **в 2023 г.**	Проверяемые элементы содержания / умения ***в 2022 году***	Средний процент выполнения задания ***в 2022 г.***
1	Равноускоренное и равномерное движение: *интерпретация графика зависимости проекции скорости от времени для равномерного и равноускоренного движения*	**85**	Равноускоренное и равномерное движение: *интерпретация графика зависимости проекции скорости от времени для равномерного и равноускоренного движения*	***76***

На рисунке приведён график зависимости проекции скорости υ_x от времени t для тела, движущегося прямолинейно вдоль оси Ox. Определите проекцию a_x ускорения тела.



Ответ: _____ м/с^2.

На рисунке представлен график зависимости модуля скорости υ автомобиля от времени t. Найдите путь, пройденный автомобилем за время от 30 до 50 с.



Ответ: _____ м.

3	Механические волны, звук: *умение применять формулу связи скорости звука с длиной звуковой волны в стандартной ситуации*	**79**	Механические волны, звук: *умение применять формулу связи скорости звука с длиной звуковой волны в стандартной ситуации*	***72***

Точно посередине между наблюдателем и скалой в дерево ударила молния. Наблюдатель услышал первый раскат грома через 1 с после вспышки молнии. Через какое время после вспышки молнии наблюдатель услышит отражённый от скалы звук?

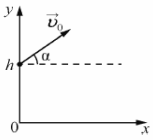
Ответ: через _____ с.

Каков период колебаний T звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде равна 1000 м/с, а длина волны $\lambda = 5$ м?

Ответ: _____ с.

6	Равноускоренное криволинейное движение (график): *умение описывать изменение энергетических и динамических величин с помощью графиков*	**71**	Равноускоренное криволинейное движение (график): *умение описывать изменение энергетических и динамических величин с помощью графиков*	***68***

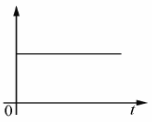
В момент $t = 0$ мячик бросают с начальной скоростью $\vec{\upsilon}_0$ под углом α к горизонту с балкона высотой h (см. рисунок). Графики А и Б отображают зависимости физических величин, характеризующих движение мячика в процессе полёта, от времени t. Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут отображать. Сопротивлением воздуха пренебречь. Потенциальная энергия мячика отсчитывается от уровня $y = 0$.



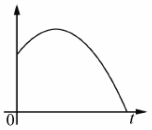
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) кинетическая энергия мячика
2) потенциальная энергия мячика
3) проекция импульса мячика на ось x
4) проекция импульса мячика на ось y

Ответ:

А	Б

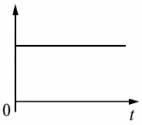
Тело движется вдоль оси Ox, при этом его координата изменяется с течением времени в соответствии с формулой $x(t) = -6 + 4t - 3t^2$ (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять.

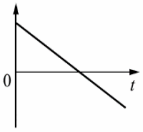
К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ГРАФИКИ

А)



Б)

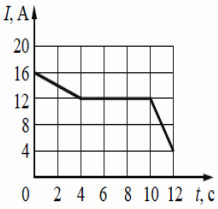


ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

1) проекция a_x ускорения тела
2) модуль равнодействующей $\vec{F}$ сил, действующих на тело
3) проекция υ_x скорости тела
4) проекция s_x перемещения тела

12	Законы постоянного тока: *определение заряда по графику I(t)*	**48**	Законы постоянного тока: *применение базовых формул для описания постоянного тока*	***76***

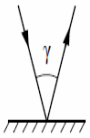
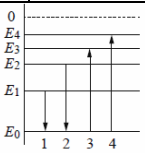
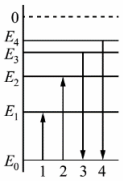
На графике показана зависимость силы тока I в проводнике от времени t. Определите заряд, прошедший по проводнику за $\Delta t = 12$ с с момента начала отсчёта времени.



Ответ: _____ Кл.

Сила тока, текущего в проводнике, равна 4 А. Какой заряд проходит через поперечное сечение проводника за 10 с?

Ответ: _____ Кл.

14	Законы геометрической оптики: *закон отражения света*	**75**	Законы геометрической оптики: *изображение в плоском зеркале*	***70***
	Луч света падает на плоское зеркало. Угол падения равен 20°. Определите угол γ между падающим и отражённым лучами (см. рисунок).  Ответ: _____ градусов.		На шахматной доске на расстоянии трёх клеток от вертикального плоского зеркала стоит ферзь. На сколько уменьшится расстояние между ферзём и его изображением, если его на две клетки придвинуть к зеркалу? Ответ: на _____ клеток(-ки).	
18	Радиоактивный распад: *умение определять период полураспада по закону распада*	**63**	Ядерные реакции: *умение определять зарядовые и массовые числа ядер, участвующих в ядерной реакции*	***83***
	Закон радиоактивного распада ядер некоторого изотопа имеет вид: $N = N_0 \cdot 2^{-\lambda t}$, где $\lambda = 0{,}4\ c^{-1}$. Определите период полураспада этих ядер. Ответ: _____ с.		Ядро урана захватывает нейтрон, в результате чего происходит ядерная реакция ${}^{1}_{0}n + {}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{A}_{Z}X + 2\,{}^{1}_{0}n$ с образованием ядра химического элемента ${}^{A}_{Z}X$. Каков заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда)? Ответ: _____.	
19	Излучение и поглощение света атомами: *умение идентифицировать и сравнивать процессы поглощения и излучения квантов света на основе диаграммы энергетических уровней атома*	**56**	Излучение и поглощение света атомами: *умение идентифицировать и сравнивать процессы поглощения и излучения квантов света на основе диаграммы энергетических уровней атома*	***57***
	На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какой из этих четырёх переходов связан с поглощением кванта света наименьшей частоты, а какой – с излучением кванта света наибольшей частоты?  Установите соответствие между процессами поглощения и излучения света и энергетическими переходами атома, указанными стрелками. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. ПРОЦЕССЫ: А) поглощение кванта света наименьшей частоты; Б) излучение кванта света наибольшей частоты ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4 Ответ: А Б		На рисунке изображена упрощённая диаграмма нижних энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между уровнями. Какие из этих четырёх переходов связаны с поглощением света с наименьшей частотой и излучением света с наименьшей энергией фотонов?  Установите соответствие между процессами поглощения и излучения света и энергетическими переходами атома, указанными стрелками. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. ПРОЦЕССЫ: А) поглощение света с наименьшей частотой; Б) излучение света с наименьшей энергией фотонов ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ: 1) 1; 2) 2; 3) 3; 4) 4 Ответ: А Б	
20	Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей	**58**	Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей	***65***
	Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны. 1) Если в данной системе отсчёта материальная точка совершила ровно один полный оборот по окружности, то перемещение материальной точки в этой системе отсчёта равно нулю. 2) Пар над поверхностью жидкости является насыщенным, если за одно и то же время с поверхности жидкости в среднем вылетает меньшее число молекул, чем возвращается обратно в жидкость. 3) Разноимённые точечные электрические заряды притягиваются друг к другу. 4) Индукционный ток возникает в замкнутом проводящем контуре при изменении магнитного потока, пронизывающего поверхность, ограниченную контуром. 5) Термоядерными реакциями называют экзотермические реакции распада тяжёлых ядер. Ответ: _____.		Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны. 1) При совпадении частоты вынуждающей силы и собственной частоты колебательной системы наблюдается явление резонанса. 2) Процесс передачи количества теплоты от более нагретого тела к менее нагретому является обратимым. 3) В замкнутой системе алгебраическая сумма зарядов всех частиц всегда равна нулю. 4) Дифракция волн хорошо наблюдается в тех случаях, когда размеры препятствий меньше длины волны или сравнимы с ней. 5) В планетарной модели атома в центре атома находится положительно заряженное ядро. Ответ: _____.	

21	Использовать графическое представление информации	**55**	Использовать графическое представление информации	***55***

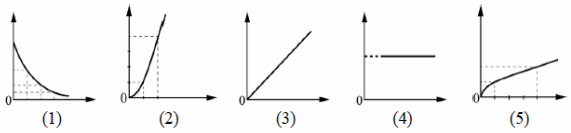
Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость периода свободных колебаний математического маятника от длины нити маятника;

Б) зависимость силы тока по участку цепи, содержащему резистор сопротивлением R, от напряжения на резисторе;

В) зависимость числа нераспавшихся ядер радиоактивного элемента от времени.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ:

А	Б	В

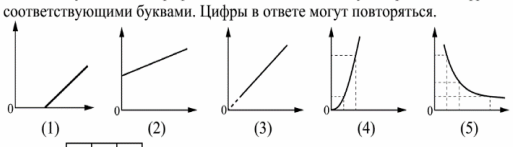
Даны следующие зависимости величин:

А) зависимость проекции скорости тела, движущегося равноускоренно вдоль оси Ox, от времени движения при начальной скорости тела, не равной нулю;

Б) зависимость энергии электрического поля конденсатора электроёмкостью C от заряда конденсатора;

В) зависимость максимальной кинетической энергии фотоэлектронов, вылетающих с поверхности катода, от частоты падающего электромагнитного излучения.

Установите соответствие между этими зависимостями и видами графиков, обозначенных цифрами 1–5. Для каждой зависимости А–В подберите соответствующий вид графика и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами. Цифры в ответе могут повторяться.



Ответ:

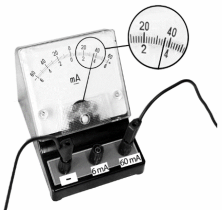
А	Б	В

22	Измерение физических величин: *определение показаний стандартного школьного измерительного прибора с учетом погрешности прямого измерения*	**84**	Измерение физических величин: *определение показаний стандартного школьного измерительного прибора с учетом погрешности прямого измерения*	***73***

Определите показания динамометра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы равна цене деления динамометра. Динамометр проградуирован в ньютонах.

Ответ: (_____ ± _____) Н.

Определите показания миллиамперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления миллиамперметра.



Ответ: (_____ ± _____) мА.

23	Методология физического эксперимента: *умение спланировать физический эксперимент*	**82**	Методология физического эксперимента: *умение спланировать физический эксперимент*	***79***

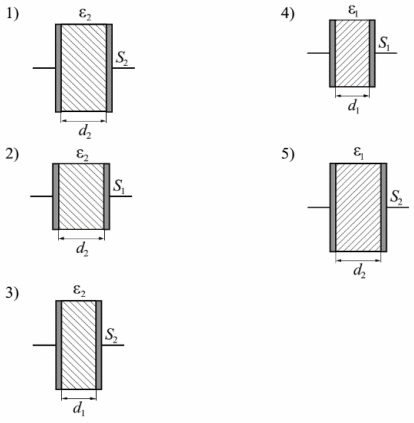
Ученику необходимо на опыте обнаружить зависимость давления газа, находящегося в сосуде, от молярной массы газа. У него имеются пять различных сосудов с манометрами. Сосуды наполнены различными газами одинаковой массы при различной температуре (см. таблицу). Какие **два** сосуда необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

№ сосуда	Объём сосуда, л	Температура газа в сосуде, К	Газ в сосуде
1	6	300	аргон
2	5	350	неон
3	4	320	аргон
4	4	270	аргон
5	4	320	неон

Запишите номера выбранных сосудов.

Ответ:

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?



Запишите в ответе номера выбранных конденсаторов.

Ответ:

Судя по таблице, сравнить удалось только задания базового уровня первой части работы, да и то не все. Это ожидаемо, так как задания повышенного и высокого уровня сложности более индивидуальны и практически не повторяются в КИМ Санкт-Петербурга в разные годы.

Очевидно, что в течение последних лет результаты выполнения традиционных заданий не претерпели существенных изменений и практически соответствуют друг другу. Небольшие увеличения или уменьшения среднего процента выполнения могут быть объяснены имеющимися отличиями в их формулировках. Увеличение процента по некоторым линиям заданий не столь значительно, чтобы говорить о каком-либо прорыве в освоении соответствующих элементов содержания и способов действий. Ухудшение результатов по отдельным линиям заданий также не могут быть свидетельством какого-либо провала.

5.7. Влияние содержательных изменений КИМ, использовавшихся в регионе в 2023 году, на результаты экзамена

КИМ 2023 года по структуре и содержанию практически идентичны КИМ прошлого года. Единственное «косметическое» изменение — перестановка двух линий заданий с позиций 1 и 2 (2022 год) на позиции 20 и 21 (2023 год).

В целом результаты выполнения всей экзаменационной работы 2023 года сопоставимы с результатами 2022 года: нет существенных прорывов, как нет и ощутимых провалов.

По первой части экзаменационной работы колебания процента выполнения отдельных заданий обусловлены, скорее, особенностями этих заданий, чем существенными изменениями в уровне подготовки экзаменуемых.

Вторая часть экзаменационной работы в текущем году выполнена в целом так же, как в предыдущие годы.

Отметим повышение процента выполнения относительно нового задания № 30 и увеличение числа стобалльников (девять в 2023 году против пяти в 2022 году).

Определенные успехи связываем, в том числе, со смещением на более ранние сроки вебинаров и видеоконсультаций, адресованных как учителям, так и учащимся. Появилось больше времени для подготовки и «оттачивания мастерства».

Основные показатели успешности экзамена в Санкт-Петербурге все последние годы выше, чем в среднем по РФ. Полагаем, что сохранение лидирующих позиций в стране обусловлено многолетней системной работой по повышению качества физического образования в Санкт-Петербурге, включающей в себя и те мероприятия, которые были запланированы и проведены в 2022/2023 учебном году.

6. КАЧЕСТВО РАБОТЫ ЧЛЕНОВ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ

В 2023 году предметная комиссия по физике насчитывала 103 активных эксперта, из них 100 человек работали на экзаменах, что составляет 97,1 % (в прошлом году — 91,8 %). При этом необоснованных неявок на проверку не зафиксировано. Один эксперт не смог принять участие в проверке по болезни, один — в силу экстраординарной ситуации по основному месту работы и один — по форсмажорным семейным обстоятельствам.

Для проверки работ экзамена в резервные дни привлекалось ограниченное количество экспертов (от 3 до 24 человек). Комиссия, как и в прошлые годы, работала стабильно и мотивированно.

Проверка заданий с развернутым ответом основного экзамена (05.06.23) осуществлялась в течение двух дней (06.06.23, 07.06.23). Проверка работ резервных экзаменов (29.06.23 и 01.07.23) проводилась в течение одного дня (соответственно, 30.06.23 и 02.07.23).

В таблице 22 дано сравнение основных показателей работы предметной комиссии по всем экзаменационным дням основного периода 2023 года в сравнении с итоговым результатом 2022 года.

Таблица 22

Основные показатели работы предметной комиссии по физике за два года

Показатели работы предметной комиссии	ВСЕГО в основном периоде **2023 года**		ВСЕГО в основном периоде ***2022 года***	
	Кол-во	%	Кол-во	%
Всего работ	**4297**	**100**	4790	100
Из них пустые (не требовали проверки)	**716**	**16,7**	655	13,7
Количество работ, проверенных третьим экспертом	**328**	**7,63**	354	7,39

В 2023 было проверено на 10 % меньше работ, чем в 2022 году, при этом процент пустых бланков увеличился почти на 8 %. На 3 % увеличилась доля работ, отправленных на третью проверку: 7,63 по сравнению с 7,39 в прошлом году. Считаем это нормальным результатом, вписывающимся в пределы нормальной статистической погрешности.

Работы на третью проверку ушли практически от всех экспертов, работавших на основном экзамене. При этом два эксперта отработали полностью безошибочно.

Из 328 работ, ушедших на третью проверку на основном экзамене, в 302 работах эксперты допустили ошибку в одном задании, в 22 работах — в двух заданиях, в 3 работах — ошибки одновременно в трех заданиях, в одной работе — в четырех заданиях.

Анализ третьих проверок по основному экзамену показал, что в 27 % случаев третий эксперт не согласился ни с одним из экспертов первой и второй прове-

рок, что значительно меньше, чем в прошлом году (40 %). Эта ситуация чаще всего встречалась при реализации третьей проверки качественной задачи и задачи № 30 с обоснованием физической модели. В 73 % случаев третий эксперт принял сторону одного из экспертов, считая мнение другого ошибочным (63 % в прошлом году). При этом 12 % случаев третьей проверки приходятся на технические ошибки экспертов, что намного меньше, чем в прошлом году (22 %).

Распределение третьих проверок по задачам основного экзамена и в сравнение с предыдущим годом представлено в таблице 23.

Таблица 23

Распределение третьих проверок по задачам основного экзамена

Характер задания с развернутым ответом	Доля в третьей проверке, в %	
	2022 год	**2023 год**
Качественная задача 24 (3 балла)	35 %	**11,4 %**
Расчётная задача 25 (2 балла)	5 %	**21,3 %**
Расчётная задача 26 (2 балла)	2 %	**5,2 %**
Расчётная задача 27 (3 балла)	6 %	**15,4 %**
Расчётная задача 28 (3 балла)	9 %	**11,1 %**
Расчётная задача 29 (3 балла)	9 %	**10,2 %**
Расчётная задача 30 (4 балла)	12 %	**25,3 %**
Технические ошибки (ТО)	22 %	**12 %**

Данные таблицы показывают, что наиболее проблемными с точки зрения оценивания, ожидаемо, оказалась 4-балльная задача по механике с обоснованием физической модели и, неожиданно, 2-балльная задача по механике.

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

1. Смысловые ошибки:

– Отход от обобщенных критериев оценивания.

– Игнорирование дополнительных рекомендаций по оцениванию конкретных задач, предложенных перед проверкой или в ходе нее.

– Неумение разобраться в оригинальном решении, существенно отличающемся от авторского решения ФИПИ.

– Небрежность проверки: например, эксперты невнимательно проверяют в расчетных задачах правильность решения и расчета при наличии правильного ответа.

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 или перепутал максимально возможный балл.

Конкретно по заданиям в сравнении с результатами прошлого года

Качественная **задача № 24** на тему «квантовая физика». Задача была объективно сложнее, чем в прошлом году, однако процент ее третьей проверки заметно снизился. Участники либо понимали и знали, как решать, либо не пони-

мали и не решали. Поэтому особых проблем при оценивании у экспертов не возникало.

Двухбалльная расчетная **задача № 25** на тему «кинематика» была достаточно простой. Но при расчете средней скорости равноускоренного движения участники часто подменяли полусумму конечной и начальной скоростей на их полуразность (в одной из формул вместо знака плюс стоял знак минус). Однако при нулевой начальной скорости такая ошибка приводила к правильному ответу. Некоторые эксперты просто не заметили эту подмену. В итоге — большой процент третьей проверки на простой задаче.

Трехбалльная **задача № 27** на темы «молекулярная физика и механика» (моменты сил). Игнорирование участниками как начального давления в сосуде, равного атмосферному, так и внешнего атмосферного давления компенсировалось (четное число ошибок), что приводило к правильному ответу. Не все эксперты обратили внимание на этот нюанс, в итоге — высокий процент третьей проверки.

Четырехбалльная задача с обоснованием физической **модели № 30** на тему «механика». Стандартная задача, но некоторые участники приводили верное решение, отличное от авторского варианта. Не все эксперты сумели правильно оценить такое альтернативное решение. Отсюда высокий процент третьей проверки.

Доля остальных заданий (**№ 26, 28, 29**) в третьей проверке в целом на прошлогоднем стандартном уровне.

Статистически значимых проблемных ситуаций оценивания на резервных экзаменах не выявлено.

7. АНАЛИЗ ПРИЧИН УДОВЛЕТВОРЕНИЯ АПЕЛЛЯЦИЙ

В 2023 году было подано 68 апелляций, что соответствует среднестатистическим показателям по Санкт-Петербургу за предыдущие годы (в 2022 году — 76). В общей сложности были удовлетворены 11 апелляций по баллам за развернутый ответ (27 — в прошлом году), что составляет 16 % от числа поданных апелляций и также ниже среднестатистических показателей предыдущих лет.

Изменение баллов по итогам перепроверки заданий с развернутым ответом минимально. Повышение баллов (8 случаев повышения на 1 балл, два случая — на 2 балла), как правило, касалось работ, в которых имелась неоднозначная ситуация оценивания, которую можно было трактовать в пользу апеллянта. Понижение баллов (на один балл в одном случае) осуществлялось при выявлении очевидной однозначно трактуемой ошибки одного из экспертов. К сожалению, апеллянты до сих пор не всегда перед подачей апелляции соотносят свою работу с обобщенными критериями оценивания на предмет возможности изменения баллов.

Как всегда, апелляции проходили в доброжелательной обстановке, практически все апеллянты после соотнесения с критериями осознавали объективность выставленных им баллов, конфликтных ситуаций не зафиксировано.

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 2024 года.

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

Поскольку применяемая в этом учебном году модель ГИА по физике не претерпела каких-либо принципиальных изменений, и средние результаты ЕГЭ по физике в Санкт-Петербурге остались в целом на уровне прошлого года, то остаются в силе и рекомендации для участников образовательного процесса, выработанные региональной предметной комиссией ранее. Считаем необходимым только несколько конкретизировать их и дополнить.

Главная рекомендация по совершенствованию преподавания учебного предмета традиционна и очевидна — полное соблюдение в практике школьного физического образования требований ФГОС и к содержанию, и к организации процесса обучения. Первое подразумевает полное выполнение рабочих программ, второе — применение технологий обучения, построенных на основе системно-деятельностного подхода.

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

– *Внимательно проанализировать учебно-тематические планы, чтобы сбалансировать время, отводимое на изучение разных тем*. Многолетний опыт сдачи ЕГЭ показывает, что успешность выполнения одинаковых по уровню сложности заданий убывает по мере «продвижения» от начала к концу школьного курса. Так, имеются традиционные проблемы при выполнении даже базовых заданий по квантовой физике, которая изучается в самом конце 11 класса. Часто наблюдаемый «перекос» по времени изучения в сторону механики и молекулярной физики 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 точечно, не востребованы при освоении последующих тем.

Также рекомендуется шире использовать интегрированные задания, охватывающие материал нескольких тем, проверяющие умение быстро переключаться с одного элемента содержания на другой, соответствующие моделям заданий КИМ 2023 года.

При выполнении экзаменационной работы учащимся очень важно выдерживать временной регламент, быстро переключаться с одной темы на другую. Это еще один аспект, 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, уровню сложности, разделам курса физики, проверяемым умениям, 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 1 или 2 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 экзаменуемых навыков решения расчетных физических задач. Этот вид деятельности наиболее важен для успешного продолжения образования, поэтому в экзаменационной работе проверяются умения применять физические законы и формулы, как в типовых учебных ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях, требующих проявления достаточно высокой степени самостоятельности при комбинировании известных алгоритмов действий или создании собственного плана выполнения задания. В этой связи рекомендуем:

– При решении любой физической задачи добиваться от школьников, прежде всего, не поиска формул, которые могут пригодиться для данной задачи, а вербального описания процесса (состояния) физической системы, поиска адекватной физической модели, описания физических величин, характеризующих данную систему или объект, и только потом — установления связей между

этими величинами на уровне законов и закономерностей с учетом границ применимости этих законов. В этом смысле появление в материалах ЕГЭ дополнительного критерия оценивания задания № 30 с обоснованием выбора физической модели представляется оправданным. Такой подход целесообразно применять на занятиях по подготовке к ЕГЭ и при решении других заданий высокого уровня сложности.

– Проводить обучение решению задач не путем демонстрации как можно большего числа «типовых задач», а на основе тщательной смысловой работы с каждой задачей, *обсуждая особенности применяемых физических моделей*. В большинстве случаев именно некорректность применяемой экзаменуемым физической модели задачи приводит к ошибочному решению, в том числе это имеет отношение и к группе достаточно успешных выпускников.

– 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. Следует обратить внимание на работу с графиками не только в традиционных разделах курса (кинематика, термодинамика и др.), где фиксируется достаточный уровень усвоения материала, но и, как показал экзамен текущего года, необходимо при анализе графических зависимостей получать новую информацию, явно графиком не заданную. Для этого стоит обратить большее внимание на формирование метапредметных умений учащихся, в частности, на связь математики и физики, особенно при анализе временных графических зависимостей, физическом смысле производной.

– Несмотря на то, что на экзамене допускается решение расчетной задачи по действиям, следует 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. При решении задачи по частям накапливаемые в результате округлений ошибки могут приводить к ответу, выходящему за границы допустимых значений. В большинстве случаев эксперты не посчитают это за грубую ошибку, считая ее математической, если только результат не приведет к абсурдным результатам, не согласующимся с физическим знанием (например, таким, как значения фундаментальных констант).

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

– Четкое описание вводимых нестандартных обозначений физических величин. Несмотря на то, что при проверке заданий второй части ЕГЭ эксперт не

может снизить оценку за отсутствие формальной записи условия задачи (привычного школьникам «дано»), тем не менее, настоятельно рекомендуется не пренебрегать этим требованием при подготовке к экзамену. Краткая запись условия не только организует внимание учащегося, что само по себе имеет важное значение, но и является способом обозначения вводимых физических величин. Например, запись u=2 м/с не требует дополнительного словесного комментария о том, что этой буквой обозначена скорость материальной точки.

– 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. Хотя в настоящее время запись промежуточных результатов при проведении расчетов без указания единиц измерения не приводит к снижению оценки на экзамене, рекомендуется не допускать подобных вольностей при обучении решению задач, поскольку, по существу, это противоречит образовательному стандарту (скорость не может быть 10, а масса 20, это не имеет смысла).

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

Результаты экзамена показывают, что экзаменуемым достаточно редко удается получить максимальный балл за решение качественной задачи, так как решение качественной задачи 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 эле-

менты 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 с 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 в такой последовательности:

– Что происходит?

– Почему это происходит?

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

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 — всё это должно прозвучать в устной речи, прежде чем быть записанным. Учащиеся «не любят писать», поэтому записывать рекомендуется только то, что нужно и важно записать в данном конкретном случае: лаконично, точно и четко. Поэтому подготовка к государственной итоговой аттестации в качестве обязательного элемента должна включать в себя работу по формированию грамотной устной речи. Это также является метапредметным умением, формируемым на разных учебных предметах. Несмотря на ограниченность во времени учебных планов, необходимо уделять на уроках достаточное внимание устным ответам учащихся, организации дискуссий, бесед. Системно-деятельностный подход в образовании, являющийся фундаментом действующего образовательного стандарта, предполагает активную роль школьника на уроке. В чистом виде лекционный метод организации занятий, на сегодняшний день, оказывается не эффективен даже в классах с углубленным изучением предмета, в которых обучаются школьники, скорее всего, ориентированные на сдачу выпускного экзамена по физике.

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 натурного физического эксперимента.

Следует отметить, что во многих образовательных организация общего среднего образования города ощущается явный недостаток как лабораторного,

так демонстрационного физического оборудования, необходимого для выполнения программы по физике. Муниципальным органам управления образованием необходимо обратить внимание на оснащенность кабинетов физики и в части выполнения программы для основной девятилетней школы, где на выполнение практических работ отводится даже больше времени, чем в старшей школе (на базовом уровне). В связи с этим может быть полезно создание в каждой образовательной организации паспортов кабинетов физики, которые бы отражали оснащенность и потребность дооснащения исходя из необходимости реализации конкретных учебных программ по предмету.

В данном случае речь идет не о приобретении дорогостоящего оборудования на средства, реализуемые за счет полученных грантов, что, безусловно, в последние годы было очень существенным вкладом в образовательную систему города. Но эти приобретения, чаще всего, касались надпредметных проектов для небольшого числа наиболее инициативных и успешных образовательных организаций. Хотелось бы, помимо этих проектов, обратить внимание и на необходимость поддержки материальной базы кабинетов физики всех образовательных организаций Санкт-Петербурга вследствие естественной амортизации учебного оборудования.

Экзамен по физике, включенный в структуру единого государственного экзамена, преимущественно выбирается выпускником средней школы с целью получения сертификата для поступления в высшие учебные заведения, где этот сертификат является необходимым условием конкурсного отбора, и всегда будет ориентирован на два стандарта — для базового и углубленного уровней изучения физики в организациях среднего общего или профессионального образования. Задания первой части экзаменационной работы ориентированы преимущественно на базовый уровень изучения предмета. Задания высокого уровня сложности второй части КИМ строятся на базе углубленного курса физики с учебной нагрузкой не менее пяти часов в неделю.

Результаты выполнения второй части экзаменационной работы ЕГЭ показывают, что большинство участников ЕГЭ по физике не имеют возможности полноценного изучения углубленного курса. При изучении же физики на базовом уровне, несмотря на то что осваиваются все элементы содержания в соответствии с кодификатором, не хватает времени на формирование сложных видов деятельности, необходимых для решения сложных физических задач с неявно заданной физической моделью. При этом именно сформированное в школе умение применять теоретические знания при решении физических задач является залогом успешного продолжения обучения в инженерно-техническом вузе.

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

В условиях преимущественного для Санкт-Петербурга освоения курса физики на базовом уровне (2 часа в неделю) не представляется возможным говорить о достижении высокого процента выполнения заданий второй части ЕГЭ.

Представляется перспективным вариант создания специальных групп в классе, построение индивидуальных учебных планов для обучающихся, выбравших физику для продолжения образования.

Дополнительной подготовке к экзамену могут способствовать внеурочные занятия по физике во второй половине учебного дня, частично восполняющие недостаток времени основного базового курса.

Оптимальным считаем увеличение числа физико-математических классов с углубленным изучением физики в обычных общеобразовательных школах.

Необходимым условием успешной подготовки выпускников к сдаче ЕГЭ является также высокая педагогическая и методическая компетентность учителя физики.

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

1. *Уровень изучения предмета (базовый или углубленный)*: вариативность при формировании учебного плана школы, возможности учета запроса выпускников на подготовку к поступлению в технический вуз.

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 натурного эксперимента виртуальными компьютерными работами;

– устаревшие подходы к контролю результатов обучения, отсутствие необходимых знаний и опыта применения критериального оценивания различных результатов деятельности обучающихся.

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 натурного эксперимента;

– потенциал дистанционных образовательных технологий в контексте подготовки к ЕГЭ по физике.

РЕЗУЛЬТАТЫ
ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭКЗАМЕНА
ПО ФИЗИКЕ
В 2023 ГОДУ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Аналитический отчет предметной комиссии

Технический редактор – М.П. Куликова
Компьютерная верстка – С.А. Маркова

Подписано в печать 23.10.2023. Формат 60x90 1/16
Гарнитура Times, Arial. Усл.печ.л. 3 ,93.
Тираж 100 экз. Зак. 66/12

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

190068, Санкт-Петербург, Вознесенский пр., д. 34 лит. А
(812) 576-34-50