



КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ЦЕНТР
ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

РЕЗУЛЬТАТЫ
ЕДИНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ЭКЗАМЕНА
ПО ФИЗИКЕ
В 2022 ГОДУ
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

Аналитический отчет предметной комиссии

ГИА
2022

ФИЗИКА

Санкт-Петербург
2022

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 2022 ГОДУ
В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

***АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ
ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ***

**Санкт-Петербург
2022**

**УДК 004.9
Р 34**

**Результаты единого государственного экзамена по физике в 2022 году
в Санкт-Петербурге: Аналитический отчет предметной комиссии.** – СПб:
ГБУ ДПО «СПбЦОКОиИТ», 2022. – 70 с.

Отчет подготовили:

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

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

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

1. ПОДГОТОВКА ЧЛЕНОВ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ К ПРОВЕДЕНИЮ ЕГЭ В 2022 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 2022 году обучение по этой программе занимало 36 часов.

Эта программа ежегодно корректируется с учетом возможных изменений в нормативно-правовой базе, регламентирующей работу региональных предметных комиссий (РПК). Корректизы могут быть также обусловлены конкретными проблемами, выявленными в работе РПК в ходе прошедшей проверки. В последние годы основные корректизы были внесены в связи с тем, что период обучения экспертов совпадал с обострением эпидемиологической обстановки в Санкт-Петербурге.

Соответственно, в 2022 году обучение экспертов проводилось преимущественно в дистанционном формате, поэтому и тренинги, и квалификационные испытания изначально планировались с использованием возможностей платформы Google. Для трёх предусмотренных программой тренингов и итоговой квалификационной работы использовались специально подготовленные ведущими экспертами Google-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 зачёту предшествовали подробный разбор результатов тренингов и инструктаж по выполнению зачётных заданий, аналогичный инструктажу перед проверкой экзаменационных работ. В рамках квалификационного зачёта кандидатам в эксперты предлагались для проверки 10 экзаменационных работ, доступных для проверки в течение двух дней.

При анализе результатов и тренингов, и экзамена 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 2021 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 2021 года.

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

В общей сложности на обучение в 2022 году были приглашены 112 человек, к проверке на экзамене в итоге были допущены 98 экспертов, успешно освоивших программу обучения и прошедших квалификационные испытания.

По итогам квалификационных испытаний с учетом индивидуальных достижений при проверке экзаменационных работ двух прошлых лет всем экспертом был присвоен соответствующий статус: 3 эксперта, руководители предметной комиссии, получили статус «ведущий эксперт» (столько же в прошлом году), 25 – «старший эксперт» (24 – в прошлом году) и 70 – «основной эксперт» (83 – 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.	% от общего состава ПК
Учителя общеобразовательных организаций	72	73,4
Преподаватели вузов	15	15,3
Преподаватели организаций СПО	3	3,1
Специалисты учреждений ДПО	5	5,1
Другое	3 (временно не работающие пенсионеры)	3,1

Многочисленность и разнообразие РПК по физике обусловлены рядом причин, из которых основными являются следующие:

– Привлечение к работе на ЕГЭ представителей разных групп педагогического сообщества Санкт-Петербурга, что способствует формированию объективного и профессионального отношения к этой форме итоговой аттестации, позволяет и школьным учителям, и преподавателям вузов 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, но в 2022 году она, конечно, имела ряд особенностей, обусловленных эпидемиологической обстановкой в городе.

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 обобщённых критериев оценивания в выявленных спорных ситуациях и вырабатываются согласованные решения на уровне всех субъектов РФ.

В 2022 году семинар для руководителей РПК проходил 21 апреля в дистанционном формате. Содержательный отчет об участии в этом семинаре руководителя предметной комиссии и полный пакет полученных методических материалов были опубликованы 26 апреля 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, выполненной на ресурсе региональной предметной комиссии. Публикация состоялась за две недели до экзамена, 24 мая, что позволило экспертам внимательно и в удобном для них режиме познакомиться с его содержанием, при необходимости задать уточняющие вопросы руководителям РПК.

В 2022 году при проверке работ основного экзамена региональная предметная комиссия по физике, как и в предыдущие годы, располагалась на двух этажах, для работы основных экспертов было выделено семь аудиторий. Одна отдельная аудитория предназначалась для трех руководителей ПК и дополнительного консультанта с возможностью выхода в Интернет для просмотра материалов форума ФПК и оперативной связи с сотрудниками РЦОИ.

В резервные дни проверка проводилась в двух аудиториях: одна аудитория отводилась для работы экспертов, в другой аудитории работал сотрудник РЦОИ, обеспечивая руководителям ПК выход в Интернет и связь с РЦОИ.

Эпидемиологическая обстановка не позволила внести изменения в прошлогоднюю схему работы экспертов-консультантов: в каждой из семи аудиторий было оборудовано место для консультанта, который проводил консультирование по всем заданиям и по всем организационным вопросам. Восьмой «запасной» консультант помогал руководителям РПК быстро доводить до остальных членов ПК оперативную информацию по оцениванию. Таким образом, основным экспертам не было необходимости выходить за пределы своей аудитории для получения ответа на возникшие вопросы, что оптимально в условиях пандемии, так как максимально сокращало круг очного общения экспертов.

Таким образом, консультирование на основном экзамене в аудиториях вели восемь экспертов-консультантов и три руководителя РПК. На резервных экзаменах в качестве консультанта работал руководитель РПК.

Для повышения согласованности оценивания в текущем 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, размещённых на форуме ФПК, «пилотной» (впоследствии аннулируемой) проверки случайной выборки из 10 экзаменационных работ готовились к предроверочному инструктажу: разрабатывали и согласовывали две дополнительные инструкции («памятки»), обеспечивающие согласованность предроверочного инструктажа во всех аудиториях.

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

- В каждой из аудиторий с экспертами с 10.00 до 11.00 эксперты-консультанты провели основной предроверочный инструктаж по согласованным с руководителями РПК позициям.

- В 12.30 состоялось дополнительное совещание между руководителями РПК и экспертами-консультантами по обсуждению проблем, выявленных в ходе 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 проведён дополнительный инструктаж, содержащий резюме по всем решениям, принятых 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 рекомендации 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 уточняется количество и названия необходимых для решения формул.

Именно эти элементы являются отправными точками 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 тысячи 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 2022 ГОДА

Содержание контрольных измерительных материалов экзаменационной работы 2022 года определялось на основе ФГОС (приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 17.05.2012 № 413 с изменениями, внесёнными 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 учётом примерной основной образовательной программы среднего общего образования (одобрена решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол от 28.06.2016 № 2/163)).

В КИМ обеспечена преемственность между положениями ФГОС и федерального компонента государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования (приказ Минобрнауки 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, внесёнными 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.

Несмотря на это, изменения в экзаменационной работе 2022 года были достаточно существенны по сравнению с работой 2021 года, так как отражали в полной мере тенденции изменений требований к выпускнику средней школы, зафиксированные во ФГОС.

Структура КИМ-2022 в сравнении с КИМ-2021 представлена в таблице 3.

Таблица 3

Структура экзаменационной работы 2021 и 2022 годов

Часть работы	Количество заданий		Максимальный первичный балл (процент от максимального первичного балла за всю работу)		Тип заданий	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
1 часть	24	23	34 (64 %)	34 (63 %)	С кратким ответом	С кратким ответом
2 часть	8	7	19 (36 %)	20 (37 %)	Два задания с кратким ответом, шесть заданий с развернутым ответом	С развёрнутым ответом
<i>Итого</i>	32	30	53	54		

Судя по таблице, несколько уменьшилась доля первой (базовой) части экзаменационной работы по сравнению со второй частью, содержащей только задачи повышенного и высокого уровня сложности.

Распределение заданий по уровню сложности (в сравнении с 2021 годом) показано в таблице 4.

Таблица 4

Распределение заданий по уровню сложности в 2021 и 2022 годах

Уровень сложности	Количество заданий		Процент от максимально возможного первичного балла		Распределение заданий по частям работы	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Базовый	21	19	53	48	1-я часть: 21	1-я часть: 19
Повышенный	7	7	24	28	1-я часть: 3 2-я часть: 4	1-я часть: 4 2-я часть: 3
Высокий	4	4	23	24	2-я часть: 4	2-я часть: 4
<i>Итого</i>	32	30	100	100	32	

Уменьшение общего количества заданий (за счёт заданий базового уровня) при сохранении количества заданий повышенного и высокого уровня сложности не приводит к «упрощению» экзаменационной работы, так как произошли важные структурные и смысловые изменения в самих заданиях, которые в 2022 году свелись к следующему:

1. В части 1 работы введены две новые линии заданий (линия 1 и линия 2) базового уровня сложности, которые имеют *интегрированный* характер и включают в себя элементы содержания *не менее чем из трёх* разделов курса физики.

2. Изменена форма заданий на множественный выбор (линии 6, 12 и 17). Если ранее предлагалось выбрать два верных ответа, то в 2022 г. в этих заданиях *предлагается выбрать все верные ответы из пяти предложенных утверждений*.

3. Исключено задание с множественным выбором, проверяющее элементы астрофизики (ранее традиционно успешно выполняемое).

4. В части 2 исключены расчётные задачи повышенного уровня сложности с кратким ответом.

5. В части 2 *увеличено количество заданий с развёрнутым ответом*. Добавлена одна расчётная задача повышенного уровня сложности с развёрнутым ответом и изменены требования к решению задачи высокого уровня по механике. Теперь дополнительно к решению необходимо представить обоснование использования необходимых для решения законов и формул. Данная задача оценивается максимально 4 баллами, 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 резкое снижение количества стобалльников, как в регионе, так и в целом по РФ.

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 развёрнутым ответом на основном экзамене, представлен в разделе отчета, посвящённом содержательному анализу выполнения заданий КИМ. Там же сформулированы предложения предметной комиссии по их устранению в дальнейшем.

Выявить статистически достоверные системные затруднения экспертов на дополнительных экзаменах не представляется возможным вследствие малого числа участников экзамена и, соответственно, проверенных работ.

4. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКЗАМЕНА 2022 ГОДА

4.1. Характеристика участников экзамена по физике 2022 года

Экзамен по физике в 2022 году выбрали 4775 выпускников (5500 – в прошлом году). Это составляет 13,6 % от общего числа сдававших ЕГЭ, что существенно меньше, чем в прошлом году (табл. 5).

Таблица 5
Количество участников ЕГЭ по физике за последние три года

2020 г.		2021 г.		2022 г.	
чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
5422	16,01	5500	15,09	4775	13,60

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

Таблица 6
Соотношение количества девушек и юношей

	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
Девушки	1186	21,95	1157	21,07	877	18,37
Юноши	4217	78,05	4333	78,93	3898	81,63

В таблице 7 показано распределение экзаменуемых по категориям.

Таблица 7

Распределение участников ЕГЭ по физике по категориям

Всего участников ЕГЭ по предмету	4775
Из них:	
– выпускников текущего года (ВТГ), обучающихся по программам СОО	4216
– выпускников текущего года, обучающихся по программам СПО	195
– выпускников прошлых лет (ВПЛ)	363
– выпускник общеобразовательной организации, не завершивший среднее общее образование (не прошедший ГИА)	1

Среди экзаменуемых были 32 обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.

В таблице 8 дано распределение участников экзамена по физике в зависимости от типа образовательного учреждения.

Таблица 8

Распределение участников экзамена по физике по типам ОУ

Всего выпускников текущего года	4216
Из них выпускники:	
– средней общеобразовательной школы	1884
– лицея	750
– средней общеобразовательной школы с углубленным изучением отдельных предметов	724
– гимназии	567
– кадетского (морского кадетского) военного корпуса	116
– Нахимовского военно-морского училища	47
– Суворовского военного училища	35
– Академии (средняя школа при Академии)	34
– Центра образования	22
– Университета (средняя школа при Университете)	20
– Кадетской школы	7
– основной общеобразовательной школы (нет аттестата о СО)	2
– специальной (коррекционной) школы-интерната	1
– средней общеобразовательной школы-интерната	1
– иных ОО	6

Распределение участников экзамена по районам Санкт-Петербурга представлено в таблице 9.

Таблица 9

Распределение участников экзамена по физике по районам Санкт-Петербурга

Наименование района	Количество участников ЕГЭ по учебному предмету, чел.	% от общего числа участников в регионе
Адмиралтейский	226	4,73
Василеостровский	204	4,27
Выборгский	370	7,75
Калининский	510	10,68
Кировский	265	5,55
Колпинский	142	2,97

Красногвардейский	241	5,05
Красносельский	293	6,14
Кронштадтский	80	1,68
Курортный	31	0,65
Московский	271	5,68
Невский	324	6,79
Петроградский	165	3,46
Петродворцовый	154	3,23
Приморский	401	8,40
Пушкинский	263	5,51
Фрунзенский	296	6,20
Центральный	259	5,42
Комитет по образованию	280	5,86
<i>Итого</i>	4775	100

Общие выводы:

Количество участников экзамена по физике по сравнению с прошлым годом уменьшилось на 13 %, аналогично уменьшилась (почти на 2 %) доля сдававших физику по отношению к общему числу участников ЕГЭ. Это снижение фиксируется в течение ряда последних лет и может рассматриваться как тенденция. Однако в текущем году уменьшение числа и доли сдающих физику существенное, чем в предыдущие годы.

Процентное соотношение между юношами и девушками в целом соответствует аналогичным показателям прошлых лет: экзамен по физике ожидаемо является мужским. При этом тенденция увеличения доли «мужского» участия в экзамене в текущем году еще более очевидна, чем в предыдущие годы.

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

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

Число экзаменуемых, выпускников системы СПО, и число выпускников прошлых лет уменьшилось, как и общее число сдававших экзамен. Однако в процентном соотношении доли этих категорий экзаменуемых практически соответствуют показателям прошлого года (табл. 10).

Таблица 10

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

Категория участников ЕГЭ по физике	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год
Выпускники прошлых лет	541	432	431	363
Выпускники СПО	270	203	216	195

Таким образом, анализ количественных показателей участия в экзамене по физике в Санкт-Петербурге за последние несколько лет позволяет сделать вывод о 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. Также прослеживается тенденция увеличения доли юношей в общем числе сдававших экзаменов. Распределение участников ЕГЭ по физике по ОО и районам оказывается достаточно стабильным, из года в год меняется незначительно, очевидных тенденций его изменения не прослеживается. Также не прослеживаются тенденции изменения доли участия в экзамене выпускников системы СПО и выпускников прошлых лет.

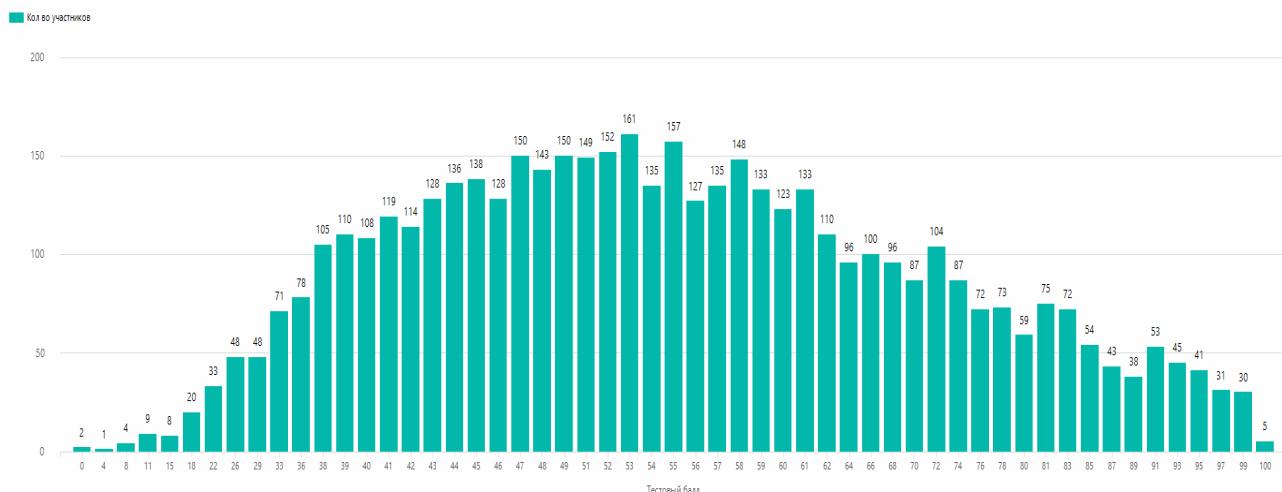
4.2. Основные результаты ЕГЭ по физике в 2022 году

Средний балл в текущем году на основном этапе экзамена составил 56,14, что на 2 балла ниже, чем в прошлом году (58,8). Пять человек получили максимальный балл, в прошлом году их количество было существенно выше (32 человека).

Ниже представлена диаграмма распределения участников по тестовым баллам.

Диаграмма

Распределение участников ЕГЭ по физике по тестовым баллам в 2022 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

	Санкт-Петербург		
	2020 г.	2021 г.	2022 г.
Не набрали минимальный балл, %	3,26	3,83	5,11
Получили от 81 до 99 баллов, %	10,70	12,73	10,09
Получили 100 баллов, чел.	21	32	5
Средний тестовый балл	57,58	58,82	56,14

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

Таблица 12

Распределение результатов для разных категорий участников экзамена

	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СОО	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СПО	Выпускники прошлых лет	Участники ЕГЭ с ОВЗ
Доля участников, набравших балл ниже минимального, в %	2,5	22,0	26,2	3,1
Доля участников, получивших тестовый балл от минимального балла до 60 баллов, в %	63,0	73,3	62,8	75,0
Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, в %	23,3	2,6	8,8	15,6
Доля участников, получивших от 81 до 99 баллов, в %	11,2	2,1	2,2	6,3
<i>Всего</i>	100	100	100	100
Количество участников, получивших 100 баллов, чел.	5	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	Всего	
Академия	41,3	39,7	13,5	5,5	100	0
Гимназия	0,6	59,7	27,9	11,8	100	1
Институт	28,6	57,1	0	14,3	100	0
Кадетская школа	14,3	71,4	14,3	0	100	0
Кадетский (морской кадетский) военный корпус	4,3	69,0	19,8	6,9	100	0
Колледж	23,2	72,9	2,6	1,3	100	0
Лицей	0,8	40,5	32,6	26,1	100	4

Нахимовское военно-морское училище	2,1	68,1	23,4	6,4	100	0
Основная общеобразовательная школа	0	50,0	50,0	0	100	0
Профессиональное училище	20,0	80,0	0	0	100,0	0
Профессиональный лицей	25,0	50,0	25,0	0	100	0
Специальная (коррекционная) школа-интернат	0	100,0	0	0	100	0
Средняя общеобразовательная школа	3,8	72,3	17,6	6,3	100	0
Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов	2,5	65,6	24,2	7,7	100	0
Средняя общеобразовательная школа-интернат	0	100	0	0	100	0
Суворовское военное училище	0	31,4	42,9	25,7	100	0
Техникум	15,8	84,2	0	0	100	0
Университет	0	52,3	19,1	28,6	100	0
Центр образования	4,3	91,3	4,4	0	100	0
Иное	15,3	70,1	11,4	3,2	100	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 «двоичников» в 2022 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
для разных районов Санкт-Петербурга**

Административная принадлежность 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	Всего	
Комитет по образованию	34,6	63,2	1,8	0,4	100	0
ОУО Адмиралтейского района	3,5	58,5	27,4	10,6	100	0
ОУО Василеостровского района	2,6	45,7	24,6	27,1	100	1

ОУО Выборгского района	3,8	71,4	16,8	8,0	100	0
ОУО Калининского района	2,9	52,7	25,1	19,3	100	1
ОУО Кировского района	3,4	63,0	23,4	10,2	100	0
ОУО Колпинского района	3,5	64,8	21,8	9,9	100	0
ОУО Красногвардейского района	3,7	69,7	20,3	6,3	100	0
ОУО Красносельского района	4,4	74,1	16,7	4,8	100	0
ОУО Кронштадтского района	5,0	67,4	23,8	3,8	100	0
ОУО Курортного района	0	83,9	9,6	6,5	100	0
ОУО Московского района	3,0	69,0	21,0	7,0	100	0
ОУО Невского района	2,8	66,4	22,2	8,6	100	0
ОУО Петроградского района	1,8	64,8	21,8	11,6	100	0
ОУО Петродворцового района	7,7	69,7	17,4	5,2	100	1
ОУО Приморского района	3,0	67,6	22,2	7,2	100	0
ОУО Пушкинского района	2,2	62,0	25,5	10,3	100	0
ОУО Фрунзенского района	2,7	64,9	27,0	5,4	100	0
ОУО Центрального района	2,8	49,5	26,6	21,1	100	2

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

В следующих таблицах 15–16 приведены названия ОУ, показавших наилучшие и наихудшие результаты ЕГЭ по физике в 2022 году.

Список ОУ, показавших **наилучшие результаты**, формировался на основе следующих критерий:

- ✓ доля участников ЕГЭ, получивших от 81 до 100 баллов, имеет **максимальные значения** (по сравнению с другими ОО Санкт-Петербурга);
- ✓ доля участников ЕГЭ, не достигших минимального балла, имеет **минимальные значения** (ноль процентов);
- ✓ в экзамене участвовали не менее 10 человек.

Таблица 15

**Образовательные организации, показавшие в 2022 году
наилучшие результаты на ЕГЭ по физике**

№	Наименование ОО	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	Доля участников, не достигших минимального балла
1.	Лицей ФТШ	0,68	0,27	0
2.	ГБОУ «Президентский ФМЛ № 239»	0,66	0,28	0
3.	ГБОУ лицей № 30	0,63	0,26	0
4.	ГБОУ лицей № 470	0,52	0,14	0
5.	ГБОУ гимназия № 116	0,47	0,33	0
6.	ГБОУ лицей № 273	0,42	0,33	0
7.	ГБОУ гимназия № 56	0,38	0,27	0
8.	Естественно-научный лицей СПб ПУ	0,34	0,32	0
9.	ГБОУ СОШ № 348	0,31	0,46	0
10.	ГБОУ лицей № 366	0,30	0,48	0
11.	ГБОУ лицей № 101	0,30	0,10	0
12.	ГБОУ гимназия № 610	0,30	0,30	0
13.	ГБОУ лицей № 64	0,30	0,25	0
14.	ФГБОУ ВО СПбГУ	0,30	0,20	0
15.	ГБОУ гимназия № 261	0,29	0,47	0
16.	ГБОУ лицей № 369	0,29	0,43	0
17.	ГБОУ лицей № 384	0,29	0,33	0
18.	ГБОУ лицей № 144	0,26	0,21	0
19.	ГБОУ СОШ № 258	0,26	0,19	0
20.	ФГКОУ СПб СВУ МО РФ	0,26	0,43	0
21.	ГБОУ лицей № 344	0,26	0,33	0
22.	ГБОУ гимназия № 642	0,25	0,25	0
23.	ГБОУ СОШ № 18	0,25	0,42	0
24.	ГБОУ Петергофская гимназия	0,25	0,50	0
25.	Вторая Санкт-Петербургская Гимназия	0,24	0,33	0
26.	ФГКОУ ППКВК ФСБ России	0,24	0,29	0
27.	ГБОУ лицей № 150	0,23	0,38	0
28.	ГБОУ лицей № 488	0,23	0,15	0
29.	Военная академия связи	0,21	0,50	0
30.	ГБОУ гимназия № 622	0,20	0	0
31.	ГБОУ СОШ № 100	0,20	0,30	0
32.	ГБОУ СОШ № 254	0,20	0,30	0
33.	ГБОУ СОШ № 71	0,20	0,20	0
34.	ГБОУ СОШ № 530	0,19	0,57	0
35.	ГБОУ СОШ № 292	0,18	0,45	0

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

- ✓ доля участников ЕГЭ, *не набравших минимальный балл*, 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 участвовали не менее 10 человек.

Таблица 16

**Образовательные организации, показавшие в 2022 году
наихудшие результаты на ЕГЭ по физике**

№	Наименование ОО	Доля участников, не набравших минимальный балл	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов
1.	ГБОУ СОШ № 493	0,20	0	0
2.	ГБОУ СОШ № 332	0,20	0,40	0
3.	ГБОУ СОШ № 78	0,17	0,25	0
4.	ГБОУ СОШ № 603	0,15	0,15	0,08
5.	ГБОУ СОШ № 241	0,14	0,14	0,07
6.	ГБОУ СОШ № 578	0,10	0,10	0
7.	ГБОУ СОШ № 327	0,10	0,20	0
8.	ГБОУ СОШ № 634	0,10	0,20	0
9.	ГБОУ СОШ № 518	0,10	0,20	0
10.	Кадетский пожарно-спасательный корпус	0,10	0,05	0
11.	ГБОУ СОШ № 319	0,09	0,09	0
12.	ГБОУ СОШ № 655	0,09	0,18	0
13.	ГБОУ СОШ № 20	0,09	0,36	0,18
14.	ГБОУ гимназия № 363	0,08	0,25	0,08
15.	ГБОУ лицей № 387	0,08	0,31	0,23
16.	ГБОУ СОШ № 297	0,07	0,29	0,07
17.	ГБОУ СОШ № 385	0,06	0,13	0
18.	ГБОУ СОШ № 482	0,06	0,11	0,06
19.	ФГКОУ КМКВК	0,05	0,27	0,05
20.	СПб КВК МО РФ	0,05	0,07	0,02
21.	ГБОУ лицей № 533	0,04	0,33	0,15

Общие выводы:

Основные показатели, характеризующие успешность сдачи экзамена (средний балл, процент высокобалльных работ, количество «стобалльников», процент не преодолевших минимальный порог) по основному периоду текущего года, ниже аналогичных показателей двух прошлых лет. Это ожидаемо, так как в 2022 году изменились контрольно-измерительные материалы (см. раздел 3). Для адаптации к любым новшествам требуется определённое время.

Не могли не сказаться на итоговых результатах и периоды дистанционного обучения, которые выпускники 2022 года переживали в ходе обучения и в 10, и в 11 классах в связи с тяжёлой эпидемиологической обстановкой в регионе.

Еще одной существенной причиной ухудшения результатов, с нашей точки зрения, является то, что выпускники 2022 года не сдавали ОГЭ за курс основной школы, то есть не имели возможности пройти этот важный «тренировочный» и «адаптационный» этап подготовки к экзамену за курс средней школы.

Тем не менее, сравнение результатов Санкт-Петербурга со средними показателями по РФ показывает, что, как и в предыдущие годы, по всем основным позициям региональный экзамен сдан лучше, чем в среднем по России.

Сравнение результатов основного экзамена 2022 года в целом по Российской Федерации и в Санкт-Петербурге представлено в таблице 17.

Таблица 17

Результаты основного экзамена 2022 года по физике в Санкт-Петербурге по сравнению со средними результатами основного экзамена в РФ

	Средний тестовый балл	Кол-во получивших максимальный балл, чел.	Процент не преодолевших минимальную границу, %	Процент высокобалльных (81–100 баллов) работ, %
РФ	54,11	94	6,02	8,15
Санкт-Петербург	57,23	5	3,52	10,59

У выпускников текущего года, осваивавших программы среднего общего образования по новым ФГОС, средний тестовый балл, несмотря на незначительное снижение, 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. Почти так же, как выпускники лицеев, справились с экзаменом воспитанники Суворовского военного училища. 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 «двоичников» среди выпускников ПОУ в этом году еще выше, чем в прошлом: 22 % против 19 %. Уровень подготовки по предмету в ПОУ кардинально не меняется и по-прежнему не выдерживает конкуренции с уровнем подготовки в общеобразовательных школах.

В 2022 году существенно (с 14 до 26 %) увеличилась доля выпускников прошлых лет, не перешагнувших нижний порог: она стала выше, чем у выпускников ПОУ. Одновременно у этой категории экзаменуемых резко упала доля хороших и отличных работ (с 26 до 11 %). Впервые за несколько лет 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 учёту 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», ряд образовательных учреждений традиционно являются лидерами. Это, прежде всего, статусные лицеи и гимназии: лицей № 30, «Президентский ФМЛ № 239», лицей ФТШ, лицей № 366, гимназия № 116, естественно-научный лицей СПб ПУ, ФГБОУ ВО СПбГУ, лицей № 150, гимназия № 56, лицей № 344 и другие. Результаты этих школ можно считать стабильно высокими и статистически подтвержденными. Особо ценными, с нашей точки зрения, являются результаты обычных общеобразовательных школ: № 348 (вошла в десятку лучших наравне со статусными ОУ) и № 254 (отмечена в списке школ с наиболее высокими результатами не один год).

Среди ОУ, показавших наихудшие результаты, нет школ, которые попали в аналогичный список в прошлом году. В списке не представлены ПОУ в силу того, что количество участников экзамена от ОУ не достигало 10 человек. К сожалению, в 2022 году в список худших по результатам экзамена вошли три кадетских корпуса.

Таким образом, результаты этого года при сохранении основных тенденций несколько хуже, чем в прошлом году. Это снижение может быть обусловлено интегральным действием перечисленных выше объективных факторов.

4.3. Результаты выполнения отдельных заданий экзаменационной работы 2022 года

В таблице 18 представлены результаты выполнения заданий КИМ основного периода 2022 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, который состоялся 06.06.2022.

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 18

Результаты выполнения заданий экзаменационной работы основного экзамена 2022 года по группам экзаменуемых с разным уровнем подготовки

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания*	Процент выполнения задания в Санкт-Петербурге, %				
			средний процент выполнения по всем вариантам, используемым в регионе	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	Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей. <i>(Множественный выбор)</i>	Б	65,14	26,23	58,56	82,30	89,73
2	Использовать графическое представление информации. <i>(Соответствие между указанием величин и графиком их зависимости друг от друга)</i>	П	55,20	5,74	42,55	85,10	96,20
3	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: механика (интерпретация графика зависимости проекции скорости от времени для равномерного и равноускоренного движения). <i>(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	75,98	18,03	71,56	93,22	96,51
4	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: механика (изменение и сохранение импульса тела). <i>(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	69,38	13,11	60,85	93,81	99,59
5	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: механика (механические колебания и волны). <i>(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	71,92	11,48	64,85	94,59	98,77
6	Анализировать физические процессы (явления), используя основные	П	72,21	29,51	64,32	93,56	98,05

* Здесь и далее в таблице 22 уровень сложности задания обозначен буквой: Б – базовый, П – повышенный, В – высокий.

	положения и законы, изученные в курсе физики: механика (описание равноускоренного движения на основе табличных данных). <i>(Множественный выбор)</i>						
7	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: механика (изменение орбиты при равномерном вращении). <i>(Соответствие между величинами и характером их изменения)</i>	Б	75,37	33,61	72,15	85,69	94,76
8	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: механика (аналитическое описание равноускоренного движения). <i>(Соответствие между графиком и физической величиной)</i>	Б	67,73	20,70	57,90	93,31	98,97
9	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: молекулярная физика (связь характеристик идеального газа). <i>(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	69,28	28,28	62,47	86,33	96,51
10	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: молекулярная физика (уравнение состояния идеального газа с извлечением информации из графика процесса). <i>(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	73,70	13,52	67,39	95,67	97,13
11	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: молекулярная физика (КПД тепловой машины). <i>(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	74,74	18,03	70,23	91,35	96,51
12	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изу-	П	36,58	21,72	33,73	40,27	54,00

	ченные в курсе физики: молекулярная физика (агрегатные превращения, насыщенный пар). <i>(Множественный выбор)</i>						
13	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: молекулярная физика (графическое описание изменений термодинамических величин для изопроцессов). <i>(Соответствие между величинами и характером их изменения)</i>	Б	72,99	21,11	65,77	94,64	98,67
14	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: электродинамика (применение базовых формул для описания постоянного тока). <i>(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	76,17	18,03	70,47	96,36	98,56
15	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: электродинамика (электромагнетизм). <i>(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	86,87	36,89	84,94	98,62	99,38
16	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: электродинамика (законы геометрической оптики). <i>(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	69,93	16,80	63,86	88,30	95,89
17	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: электродинамика (взаимодействие проводника с током и постоянного магнита). <i>(Множественный выбор)</i>	П	51,57	13,93	40,44	75,07	90,55
18	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: электродинамика (зависимость величин, характеризующих постоянный ток, от характеристик проводника).	Б	71,97	36,89	64,49	90,36	97,64

	<i>(Соответствие между величинами и характером их изменения)</i>						
19	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: электродинамика (колебательный контур). <i>(Соответствие между физическими величинами и графиками)</i>	Б	58,50	17,62	46,10	86,82	96,92
20	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: квантовая физика (уравнения ядерных реакций). <i>(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	82,89	22,54	79,81	98,53	99,59
21	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). <i>(Соответствие между процессами и энергетическими переходами)</i>	Б	56,59	15,16	45,09	83,48	92,61
22	Определять показания измерительных приборов. <i>(Самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	73,38	10,25	68,45	91,05	98,77
23	Планировать эксперимент, отбирать оборудование. <i>(Множественный выбор)</i>	Б	79,18	13,93	75,62	95,87	99,18
24	Решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями (равновесие и движение подвижного поршня, прикреплённого к пружине). <i>(Развёрнутый ответ)</i>	П	23,72	0,41	11,73	40,61	74,67
25	Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики: механика (колебания груза на пружине, описанные с помощью таблицы). <i>(Развёрнутый ответ)</i>	П	25,57	0	7,37	54,77	90,55

26	Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики: квантовая физика (энергия и импульс фотона и электрона). <i>(Развёрнутый ответ)</i>	П	39,39	0	20,96	77,63	93,84
27	Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики: молекулярная физика (условия подъёма воздушного шара). <i>(Развёрнутый ответ)</i>	В	20,81	0,14	3,85	42,41	91,44
28	Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики: электродинамика (последовательное и параллельное соединение конденсаторов). <i>(Развёрнутый ответ)</i>	В	14,72	0	3,04	24,61	73,99
29	Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики: электродинамика (определение площади изображения, полученного с помощью собирающей линзы). <i>(Развёрнутый ответ)</i>	В	23,01	0	6,41	47,03	87,54
30	Решать расчётные 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 (вращение шара на нити после взаимодействия с пулевой). <i>(Развёрнутый ответ, критерии 1 (обоснование) и 2 (решение))</i>	В	5,05	0	0,20	4,62	38,60
31		В	12,57	0	2,33	20,62	65,71

Среди заданий базового уровня сложности нет тех, где средний процент выполнения **ниже 50** (уровень усвоения).

Среди заданий повышенного уровня сложности нет тех, процент выполнения которых **ниже 15**.

Среди заданий высокого уровня сложности процент выполнения **ниже 15** имеют задания с развёрнутым ответом по электродинамике (№ 28) и механике с обоснованием модели (№ 30).

5. СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЙ ПОЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ 2022 ГОДА

5.1. Задания первой части экзаменационной работы

5.1.1. Задания базового уровня с самостоятельной записью ответа в предложенных единицах измерения

Все задания базового уровня с самостоятельной записью ответа выполнены успешно экзаменуемыми самых сильных групп (тестовый балл 61 и выше). Поэтому заданий со средним процентом выполнения ниже 50 в этом году нет.

Остановимся более подробно на заданиях, выполненных хуже других и вызвавших затруднения (процент выполнения меньше 70) у «средней», то есть наиболее многочисленной группы экзаменуемых (тестовый балл выше минимального, но ниже 61).

Задание № 4. Средний процент выполнения в «средней» группе – 61.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент выполнения в «средней» группе 64).

Тело равномерно двигалось по прямой в инерциальной системе отсчёта. Импульс тела был равен 20 кг·м/с. Затем под действием постоянной силы величиной 10 Н, направленной вдоль этой прямой, за 3 с импульс тела увеличился. Определите конечный импульс тела.

Ответ: _____ кг·м/с.

Возможные причины затруднений экзаменуемых: стандартная задача на применение второго закона Ньютона в импульсной форме. Затруднения по этой теме были зафиксированы и в прошлые годы и могут быть объяснены тем, что запись второго закона Ньютона в импульсной форме изучается «точечно» и редко востребована при изучении последующих тем.

Задание № 5. Средний процент выполнения в «средней» группе – 65.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент выполнения в «средней» группе – 69).

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.

Возможные причины затруднений экзаменуемых: даже самые простые задания по теме «Механические колебания и волны» традиционно вызывают затруднения у экзаменуемых самых массовых групп абитуриентов, что может быть объяснено слишком малым временем, отводимым на освоение этой темы при базовом уровне изучения предмета.

Задание № 9. Средний процент выполнения в «средней» группе – 62.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент выполнения в «средней» группе – 29).

Цилиндрический сосуд разделён лёгким подвижным поршнем на две части.

В одной части сосуда находится неон, в другой – аргон. Температуры газов одинаковы. Определите отношение концентрации молекул неона к концентрации молекул аргона в равновесном состоянии.

Ответ: _____.

Возможные причины затруднений экзаменуемых: приведённое в качестве примера задание на применение формулы связи давления и температуры идеального газа осложнено необходимостью установления равенства давлений неона и аргона как условия равновесия подвижного поршня. Возможно, именно это обстоятельство обусловило существенную разницу между процентом выполнения задания 319-го варианта и средним процентом выполнения 9-го задания по всему массиву работ. Следует отметить также, что формулы связи давления и температуры идеального газа со средней кинетической энергией поступательного движения его молекул изучаются «точечно» и редко повторяются при изучении последующих тем.

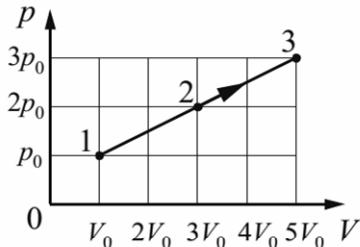
Задание № 10. Средний процент выполнения в «средней» группе – 67.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент выполнения в «средней» группе – 74).

На рисунке показан график процесса, проведённого над 2 моль газообразного гелия.

Найдите отношение температур $\frac{T_3}{T_1}$.

Ответ: _____.



Возможные причины затруднений экзаменуемых: ответ для данного задания получается вследствие применения уравнения Менделеева-Клапейрона для двух состояний. Затруднения могут быть объяснены тем, что график не является стандартным, так как не относится к изопроцессу. В ряде вариантов могут быть ошибки, обусловленные невнимательностью при извлечении информации из графика, сравнением параметров не тех точек, которые представлены в условии.

Задание № 16. Средний процент выполнения в «средней» группе – 64.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент выполнения в «средней» группе – 66).

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 придвигнуть к зеркалу?

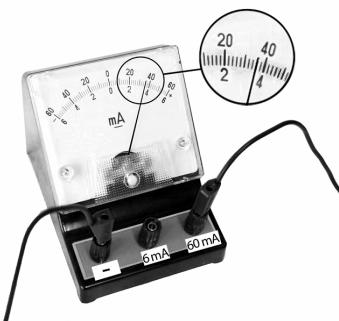
Ответ: на _____ клеток(-ки).

Возможные причины затруднений экзаменуемых: в приведённом примере представлено простое задание, имеющее нестандартную формулировку и требующее записи ответа в нестандартном виде (клетки вместо единиц длины).

Задание № 22. Средний процент выполнения в «средней» группе – 68.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент выполнения в «средней» группе – 70).

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



Ответ: (_____ ± _____) mA.

Возможные причины затруднений экзаменуемых: затруднения экзаменуемых при выполнении этого задания могут быть объяснены необходимостью перед снятием показаний определиться с выбором шкалы. Снятие показаний приборов с несколькими шкалами и раньше вызывало затруднения у абитуриентов с невысоким уровнем подготовки по предмету.

5.1.2. Задания на установление соответствие между двумя множествами, изменениями величин в ходе физических процессов и множественный выбор

Для всех заданий базового уровня сложности на соответствие и множественный выбор порог в 50 % выполнения был преодолён. Рассмотрим те, которые выполнены хуже других (средний процент выполнения и (или) процент выполнения в наиболее многочисленной, «средней» группе меньше 70).

Задание № 1. Средний процент выполнения – 65, процент полностью правильного выполнения (получение максимальных двух баллов) в «средней» группе равен 31.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент полностью правильного выполнения (получение максимальных двух баллов) в «средней» группе равен 24).

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 нагревого 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: _____ .

Возможные причины затруднений экзаменуемых: это новая модель заданий, 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» новых заданий в пособиях для подготовки к экзамену.

Задание № 8. Средний процент выполнения – **68**, процент полностью правильного выполнения в «средней» группе 39.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент полностью правильного выполнения в «средней» группе равен **39**).

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).

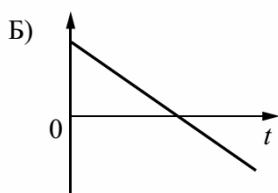
Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять.

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



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

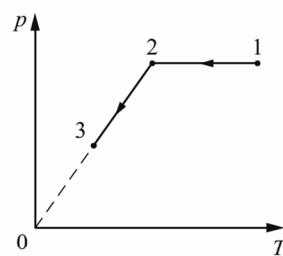


Возможные причины затруднений экзаменуемых: задание усложнено тем, что сформулировано на базе функций с числовыми значениями коэффициентов. Соответственно, для его правильного выполнения требуется дополнительный логический шаг – идентификация характера движения по типу математической зависимости, а не по привычной выученной формуле.

Задание № 13. Средний процент выполнения – **73**, процент полностью правильного выполнения в «средней» группе – **46**.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент полностью правильного выполнения в «средней» группе равен **53**).

Один моль идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах p – T , где p – давление газа, T – абсолютная температура газа.



Как изменяются объём газа V в ходе процесса 1–2 и концентрация молекул газа n в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.

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.

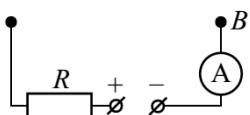
Объём газа в ходе процесса 1–2	Концентрация молекул газа в ходе процесса 2–3

Возможные причины затруднений экзаменуемых: малый процент полного выполнения может быть связан с трудностями перехода от объёма к концентрации молекул (или наоборот) и от одного участка графика к другому.

Задание № 18. Средний процент выполнения – 72, процент полностью правильного выполнения в «средней» группе – 47.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент полностью правильного выполнения в «средней» группе равен 79).

На рисунке представлена схема цепи для исследования различных проводников. Внутренним сопротивлением источника можно пренебречь.



Сначала между клеммами A и B включили отрезок медного провода. Затем его заменили проводом таких же размеров, но из материала с большим удельным сопротивлением. Как изменились после замены сопротивление цепи с проводником и сила тока в ней?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

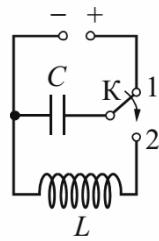
Сопротивление цепи	Сила тока в цепи

Возможные причины затруднений экзаменуемых: задание построено на стандартной зависимости сопротивления однородного проводника от его материала, но сформулировано на основе нестандартного рисунка. Поэтому для открытого варианта выполнено неплохо. Вероятно, формулировки этого задания для других вариантов оказались сложнее.

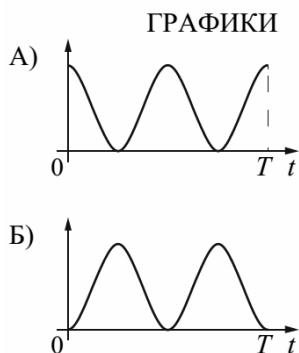
Задание № 19. Средний процент выполнения – 59, процент полностью правильного выполнения в «средней» группе – 30.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент полностью правильного выполнения в «средней» группе равен 32).

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



Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут отображать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



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

Возможные причины затруднений экзаменуемых: «старое» задание, широко представленное в пособиях для подготовки, но традиционно вызывающее затруднения у абитуриентов со слабой подготовкой по физике (и/или по математике). К сожалению, даже стандартные задания на описание механических и электромагнитных колебаний из года в год вызывают трудности, которые во многом обусловлены малым временем, которое отведено на освоение этой темы при изучении курса физики на базовом уровне. Притом, что изучение этой темы требует еще и хорошей математической подготовки школьников.

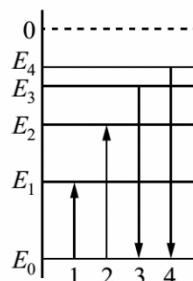
Задание № 21. Средний процент выполнения – 57, процент полностью правильного выполнения в «средней» группе – 38.

Пример из открытого варианта (процент полностью правильного выполнения в «средней» группе равен 41).

На рисунке изображена упрощённая диаграмма низших 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

1) 1

Б) излучение света с наименьшей энергией фотонов

2) 2

3) 3

4) 4

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ
ПЕРЕХОДЫ

Ответ:

A	B

Возможные причины затруднений экзаменуемых: ещё одно стандартное задание, из года в год вызывающее затруднения при выполнении. Постулаты Бора изучаются «точечно», часто спешно и поверхностно (конец курса физики) и плохо отрабатываются на уровне применения.

Процент выполнения всех заданий на соответствие и множественный выбор *повышенного уровня сложности* существенно выше 15. Как и для заданий этого типа базового уровня, остановимся на тех, которые выполнены хуже остальных.

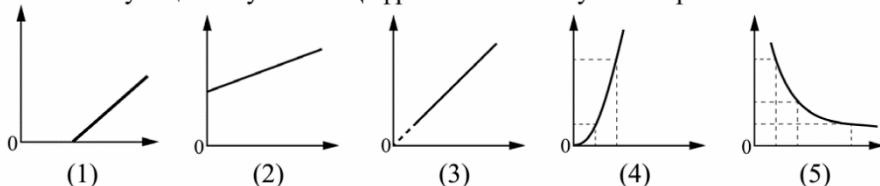
Задание № 2. Средний процент выполнения – 55, процент полностью правильного выполнения в «средней» группе – 26, затруднений у сильных групп не выявлено.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент полностью правильного выполнения в «средней» группе равен 7).

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:

A	B	V

Возможные причины затруднений экзаменуемых: новая модель интегрированных заданий, проверяющая умение ориентироваться в функциональных зависимостях базовых физических величин всего курса физики, изображённых с помощью графиков. Как и задание № 1, данное задание не могло быть широко представлено в пособиях для подготовки к экзамену, что может быть одной из причин затруднений. Обращает на себя внимание существенная разница в полном правильном выполнении между открытым вариантом и всем массивом работ. Очевидно, определяющее влияние на процент выполнения имеет конкретный подбор зависимостей.

Задание № 12. Средний процент выполнения – 37, процент полностью правильного выполнения в «средней» группе равен 6, существенные затруднения у сильных групп (25 % полностью правильного выполнения у самой сильной группы).

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент полностью правильного выполнения в «средней» группе равен 2).

Медную кастрюлю наполнили на 3/4 водой, закрыли лёгкой крышкой и спустя несколько часов поставили на огонь. Воду в кастрюле довели до кипения и кипятили в течение некоторого времени. Атмосферное давление составляло 760 мм рт. ст.

Выберите все верные утверждения, описывающие характеристики воды, водяного пара и кастрюли.

- 1) Относительная влажность воздуха под крышкой в процессе нагревания воды увеличивалась.
- 2) В ходе кипения воды средняя потенциальная энергия взаимодействия молекул воды, переходящих из жидкости в пар, оставалась постоянной.
- 3) Давление водяных паров под крышкой оставалось постоянным в ходе процесса нагревания воды.
- 4) Температура медного дна кастрюли с водой при кипении немножко превышала 100 °C.
- 5) Плотность насыщенных водяных паров над поверхностью воды при нагревании до кипения увеличивалась.

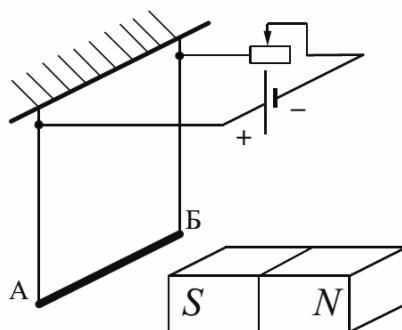
Ответ: _____.

Возможные причины затруднений экзаменуемых: тема «Насыщенный пар» ежегодно присутствует в КИМ ЕГЭ, она традиционно плохо усваивается и вызывает затруднения даже на самом элементарном уровне. В приведённом же примере мы видим и новизну формулировки, и обилие нюансов, на которые следует обратить внимание, и разный уровень обсуждения проблемы (от молекулярного до термодинамического).

Задание № 17. Средний процент выполнения – 52, процент полностью правильного выполнения в «средней» группе – 17, у сильных групп затруднения незначительные.

Пример из открытого варианта основного экзамена (процент полностью правильного выполнения в «средней» группе равен 23).

Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках к деревянной балке и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится южный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают *влево*.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

- 1) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом вблизи проводника АБ, направлены влево.

- 2) Сила натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, увеличивается.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается.
- 4) Сопротивление внешней цепи увеличивается.
- 5) Сила тока, протекающего через проводник АБ, уменьшается.

Ответ: _____.

Возможные причины затруднений экзаменуемых: многоаспектное задание, проверяющее одновременно владение целым спектром понятий, материалом из нескольких тем.

5.1.3. Общие выводы по выполнению заданий первой части экзаменационной работы

Результаты выполнения первой части экзаменационной работы 2022 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

5.2.1. Анализ типичных ошибок заданий с развернутым ответом

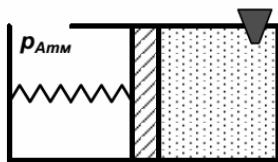
Задание № 24 (качественная задача повышенного уровня)

К решению качественной задачи, как правило, приступает большинство экзаменуемых, даже принадлежащих к наиболее слабой группе, однако результаты её решения редко выходят на значение полного усвоения. В этом году средний процент выполнения выше, чем в предыдущем, и равен 24 (в прошлом – 18). Аналогичная ситуация прослеживается по всем группам экзаменуемых. Так, в группе условных «хорошистов» (от 61 до 80 тестовых баллов) результат выполнения – 41 % (26 % в прошлом году), в самой сильной группе условных «отличников» (81 балл и выше) – 75 % (65 % в прошлом году). Увеличился процент выполнения качественной задачи и в наиболее многочисленной «средней» группе (от минимального до 60 тестовых баллов) – 12 % (в прошлом году – 5 %).

Это прогнозируемый в ходе проверки результат, так как качественная задача основного экзамена отличалась тем, что правильный ответ мог быть получен без серьёзных знаний законов и физических явлений и использования физических закономерностей, а просто на основе бытового опыта.

Пример формулировки из открытого варианта основного экзамена.
(Большинство «отличников» получили максимальный балл (41 %), незначительное большинство «хорошистов» (34 %) получили за решение 1 балл при достаточно большой доле тех, кто получил 0 и 2 балла, подавляющее большинство (69 %) экзаменуемых из самой многочисленной группы условных «середняков» имеют результат 0 баллов.)

Горизонтальный сосуд разделён подвижным поршнем, который может свободно перемещаться без трения. Правая часть сосуда заполнена воздухом и герметично закрыта пробкой, левая часть сосуда открыта. Поршень соединён пружиной с левой стенкой сосуда. Первоначально поршень находится в равновесии, а пружина растянута. Опираясь на законы механики и молекулярной физики, опишите, как будет двигаться поршень, если из правой части сосуда вынуть пробку. Температуру воздуха считать постоянной.



Для получения правильного ответа авторское решение предполагало наличие следующих логических шагов:

- установить условие равновесия поршня до удаления пробки;
- сделать вывод о соотношении первоначального давления в закрытой части сосуда и атмосферного давления, указать характер изменения этого давления после удаления пробки;
- на основе анализа изменения давления после удаления пробки сделать вывод о направлении движения поршня.

В соответствии с обобщёнными критериями в полностью правильном решении должны были быть представлены в явном виде условие равновесия (второй закон Ньютона и формула связи давления и силы давления) и вывод о характере изменения давления в части сосуда с пробкой. Рассуждения о дальнейших затухающих колебаниях поршня, приведённые в авторском решении, в соответствии с рекомендациями ФПК не рассматривались как обязательные. При их отсутствии оценка не снижалась. Ошибочные рассуждения о характере движения при правильном обоснованном указании направления движения рассматривались в ответе как лишние записи.

Анализ типичных ошибок показывает, что выпускники далеко не всегда понимают основное требование к решению задачи этого типа: строгое обоснование всех логических шагов решения. Поскольку для получения правильного ответа достаточно было интуитивно понимать, что давление в открытом сосуде равно атмосферному, а пружина стремится вернуться в недеформированное состояние, многие решения содержали верный ответ и общие фразы, иногда верные, но не являющиеся обоснованием. Таким образом, интуитивно понимая

суть задания и процессов, многие экзаменуемые не смогли дать логически чёткое и обоснованное решение. Отсутствие же строгого обоснования не позволяло поставить за решение 2 или 3 балла.

Помимо этого, при описании состояния равновесия поршня участники экзамена путали давление и силу давления, складывали силу упругости и давление (а не силу давления).

Очевидные затруднения возникали при прогнозировании не только первоначального направления, но и характера движения. Наблюдался целый спектр ответов: колебания затухающие, колебания незатухающие, гармонические, движение с ускорением, равноускоренное движение, «двигается, пока пружина не окажется в нерастянутом состоянии» и др. Несмотря на то, что принимался в качестве правильного ответ, содержащий только указание на первоначальное направление движения, эксперты вынуждены были снижать оценки за очевидно ошибочный прогноз.

Ещё одна проблема – «несимметричность» условий в различных вариантах. В условии задач сказано, что пружина первоначально сжата, а затем пробку в правой части открывают, и выпускники строят ответ на том, что в результате этого «открытия» пружина распрямляется и просто выталкивает воздух из сосуда. Правильный ответ получается вообще без анализа начального давления воздуха в правой и левой части, просто как результат разгерметизации сосуда. И в «бытовом» смысле это верное объяснение. В вариантах задач, где пружина первоначально растянута, такой «бытовой» подход приводит к неверному ответу.

Наличие таких нюансов в совокупности со смягчением в ходе консультаций первоначальных требований к ответу, представленных в авторском решении, повлекло за собой «вал» обращений экспертов к экспертам-консультантам и большой процент третьей проверки: один эксперт засчитывал правильные рассуждения без строгих указаний на законы (3 балла), другой, соответственно, не засчитывал их вообще (1 балл по критерию отсутствия ссылок на два закона). При этом грань между «обоснованностью» и «необоснованностью» была подчас очень зыбкая.

Хочется выразить пожелание избегать в КИМ ЕГЭ качественных задач, в которых необходимость ссылки на законы физики не является для экзаменуемых очевидной.

Задания № 25 и 26 (расчетные задачи повышенного уровня сложности)

Стандартные расчётные задачи повышенного уровня сложности, требующие развёрнутого ответа и проверяемые экспертами, появились в КИМ ЕГЭ в 2020 году. Они оцениваются максимально в 2 первичных балла и решаются с помощью стандартного и несложного алгоритма. В этом году таких задач было две: 25-я задача по механике и 26-я задача по квантовой физике.

Пример задачи № 25 из открытого варианта основного экзамена.

(Максимальные 2 балла получили 98 % условных «отличников» и 64 % условных «хорошистов», большинство (84 %) экзаменуемых самой многочисленной группы условных «середняков» за решение получили 0 баллов, то есть либо не приступили к решению вообще, либо допустили физические ошибки.)

Груз, подвешенный на пружине жёсткостью 200 Н/м, отклонили от положения равновесия и отпустили, в результате чего он начал совершать колебания вдоль вертикальной оси Ox . В таблице приведены изменения координаты груза x с течением времени t .

$t, \text{ с}$	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8
$x, \text{ см}$	20	14,2	0	-14,2	-20	-14,2	0	14,2	20	14,2

Определите кинетическую энергию груза в момент времени 0,6 с.

Задача № 25 повышенного уровня была стандартной и полностью соответствующей заявленному уровню сложности в вариантах, где колебания были горизонтальными. В вариантах, где с теми же условиями пружина и груз расположены вертикально, в авторском решении не обсуждается влияние силы тяжести на результат. Аккуратный анализ этого усложняет задачу, и те, кто пытался это сделать, но не довел до конца, оказались в худшем положении по сравнению теми, кто просто использовал формулы кодификатора $a_{\max} = \omega^2 A$ или $v_{\max} = \omega A$. Думаем, что составители вариантов просто «потеряли» силу тяжести, сочиняя условие. Это подтверждается указанием на смягчение требований к решению задачи в случае вертикальных колебаний, опубликованное ФПК на форуме для руководителей РПК.

Эксперты также обращали внимание на то, что числовые значения характеристик груза и пружины, рассчитанные на основе данных, приведённых в условии, невоспроизводимы в реальности.

К наиболее распространённым ошибкам экзаменуемых можно отнести следующие:

- Не умеют определять по таблице амплитуду и период колебаний. Некоторые экзаменуемые вообще не обнаружили в таблице периодическую зависимость координаты от времени и решали задачу через формулы равноускоренного движения.

- В тех работах, где значения максимальной скорости или ускорения вычислялись из кинематической зависимости $x(t)$, часто зависимость задавалась синусоидальной (с начальной фазой, равной нулю), что не соответствует условию.

- В вариантах с вертикальными колебаниями применяли закон сохранения энергии с учетом потенциальной энергии в поле тяготения Земли и не могли довести решение до конца.

В большом количестве работ встречался вывод формулы для скорости или ускорения через дифференцирование зависимости координаты от времени, хотя в кодификаторе существует формула, связывающая амплитуду ускорения или скорости с амплитудой координаты, и ее можно было использовать напрямую.

Пример задачи № 26 из открытого варианта основного экзамена.
(Максимальные 2 балла получили 93 % условных «отличников» и 61 % условных «хорошистов», большинство (85 %) экзаменуемых самой многочисленной группы условных «середняков» за решение получили 0 баллов, то есть либо не приступили к решению вообще, либо допустили физические ошибки, и лишь 8 % экзаменуемых этой группы с решением задачи справились полностью.)

Определите длину волны фотона, импульс которого равен импульсу электрона, обладающего кинетической энергией $E_K = 9,6 \cdot 10^{-25}$ Дж.

Основные ошибки экзаменуемых:

– Наличие в решении не зачёркнутого уравнения фотоэффекта, что рассматривалось экспертами как лишняя запись.

– Применили для расчета импульса и энергии электрона или протона квантовые формулы, содержащие скорость света и длину волны, и, наоборот, для описания фотона использовали формулы классической физики.

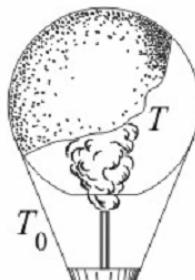
По мнению экспертов-консультантов, задача № 26 была оптимальна для оценивания, что подтверждается минимальным процентом третьей проверки. Условия во всех вариантах «симметричны» и равноценны.

Задание № 27 (расчетная задача по молекулярной физике высокого уровня сложности)

Задача имеет достаточно высокий (для задач подобного уровня сложности) средний процент выполнения – 21 %. При этом «отличники» справились с задачей на уровне 91 % выполнения, «хорошисты» – 42 % и «середняки» – 4 %. Эти данные соответствуют результатам прошлого года.

Пример задачи № 27 из открытого варианта основного экзамена.
(Максимальные 3 балла получили 83 % условных «отличников» и 32 % условных «хорошистов». Большинство (95 %) экзаменуемых самой многочисленной группы условных «середняков» за решение получили 0 баллов.)

Воздушный шар наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении. Абсолютная температура T горячего воздуха в 2 раза больше температуры T_0 окружающего воздуха. При каком отношении массы оболочки к массе наполняющего её воздуха шар начнёт подниматься? Оболочка шара нерастяжима и имеет в нижней части небольшое отверстие. Массой груза и объёмом материала оболочки шара пренебречь.



Это известная задача, давно представленная в КИМ ЕГЭ и разбираемая во многих пособиях по подготовке к экзамену. Из задач высокого уровня сложности она имеет минимальный процент третьей проверки (6 % от всей третьей проверки).

Авторское решение подразумевало запись следующих законов, формул и утверждений:

- второй закон Ньютона для равновесного состояния шара;
- формула для расчёта силы Архимеда;
- условие равенства давления снаружи и внутри шара;
- уравнение Менделеева-Клапейрона для воздуха внутри шара;
- выражение для плотности воздуха снаружи шара через уравнение Менделеева-Клапейрона.

При её оценивании смысловые затруднения у экспертов возникали только при рассмотрении альтернативных решений. Например, в некоторых верных решениях вообще не содержалось в явном виде понятие плотности газа. В них

в результате анализа условия равновесия шара приравнивается масса вытесненного шаром наружного воздуха таr сумме масс оболочки M и воздуха внутри оболочки m . Поскольку величины t и m относятся к одинаковым объемам и одинаковым давлениям, то их отношение обратно пропорционально отношению абсолютных температур. Были решения, в которых для сравнения масс наружного и внутреннего воздуха сравнивались шары одинакового объема, заполненные воздухом разных температур при одинаковом давлении. Такого типа решения сложны для восприятия, если отсутствуют пояснения, для каких объектов записываются уравнения состояния идеального газа. Иногда приходилось скрупулезно разбираться, верно ли решение и все ли вводимые величины однозначно определены. Наибольшую неоднозначность в оценивании вызвал вариант, где при неизвестном объеме шара требуется найти отношение массы воздуха внутри него к массе оболочки.

Основные затруднения экзаменуемых:

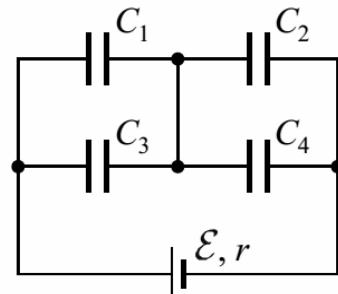
- Не понимают отличий между воздухом внутри и снаружи шара.
- У некоторых выпускников наблюдаются проблемы с переходом к плотности вещества в уравнении Менделеева-Клапейрона.

Задание № 28 (расчетная задача по электродинамике высокого уровня сложности)

Задача по электродинамике в текущем году имеет процент выполнения меньше 15. (В прошлом году задача по электродинамике была выполнена намного успешнее, со средним процентом выполнения 25). С этой задачей успешно справились только экзаменуемые самой сильной группы – процент выполнения 74.

Пример задачи № 28 из открытого варианта основного экзамена.
(Максимальные 3 балла получили 65 % условных «отличников». Большинство «хорошистов» и «середняков» с задачей не справились вообще, получив 0 баллов (56 и 94 % соответственно).)

Батарея из четырёх конденсаторов электроёмкостью $C_1 = 2C$, $C_2 = C$, $C_3 = 4C$ и $C_4 = 2C$ подключена к источнику постоянного тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Определите энергию конденсатора C_2 .



Правильное решение подразумевало, помимо формулы определения электроёмкости и формулы для расчёта энергии заряженного конденсатора, запись формул для расчёта электроёмкости, заряда и напряжения для последовательного и параллельного соединения конденсаторов.

Задача № 28 в целом не вызвала существенных проблем при оценивании, но процент третьей проверки по ней несколько выше, чем для задачи № 27 (9 % против 6 %).

Эксперты отметили, что варианты этой задачи с пробоем одного из конденсаторов оказались объективно сложнее, чем варианты с расчётом энергии

одного из конденсаторов. Также было отмечено, что подбор значений ёмкостей конденсаторов не очень удачен: из-за равенства отношений C_1/C_2 и C_3/C_4 возможна эквивалентная схема из ветви с конденсаторами C_1, C_2 и параллельной ей ветви C_3, C_4 (перемычка отсутствует). При других значениях электроёмкости конденсаторов такая замена была бы невозможна. Проверить по решению, понимает ли это выпускник, нельзя. Были вопросы по оцениванию задачи, когда учащиеся не учитывали соотношения между зарядами конденсаторов, а соотношение между напряжениями не обосновывали.

В задачах на нахождение энергии одного конденсатора вопросы экспертов вызвали следующие альтернативные решения:

а) В цепи устанавливаются связи между потенциалами отдельных точек с учетом равенства нулю суммарного заряда электрически изолированного участка.

б) Использование аналога закона Кирхгофа для трех контуров и определение из трех уравнений напряжений на конденсаторах.

Одна из типичных ошибок экзаменуемых – неверная трактовка условия пробоя конденсатора как изъятие этого конденсатора из электрической цепи, то есть экзаменуемые не понимали, что пробой конденсатора – это, по сути, краткое замыкание на данном участке цепи.

Были ошибки при нахождении суммарной электроёмкости и при применении закона сохранения электрического заряда для последовательно и параллельно соединённых конденсаторов.

Учащиеся со слабой подготовкой по предмету пытались применять при решении законы постоянного тока, несмотря на то что после зарядки конденсаторов тока в цепи с конденсаторами нет.

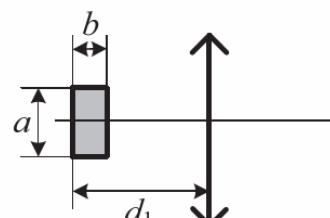
Задание № 29 (расчетная задача по геометрической оптике высокого уровня сложности)

Относительно результата выполнения эта задача оказалась самой успешной среди задач высокого уровня сложности (средний процент выполнения равен 23).

Пример задачи № 29 из открытого варианта основного экзамена.

(Максимальные 3 балла получили 87 % условных «отличников» и 38 % условных «хорошистов». Однако 24 % «хорошистов» и 82 % условных «середняков» с задачей не справились вообще, получив 0 баллов.)

Прямоугольник со сторонами $a = 20$ см и $b = 10$ см расположен в плоскости главной оптической оси тонкой собирающей линзы с оптической силой $D = 2$ дптр так, что две его стороны параллельны плоскости линзы (см. рисунок). Расстояние от дальней стороны прямоугольника до плоскости линзы $d_1 = 70$ см. Определите площадь изображения прямоугольника в линзе. Сделайте рисунок, на котором постройте изображение прямоугольника в линзе, указав ход всех необходимых для построения лучей.

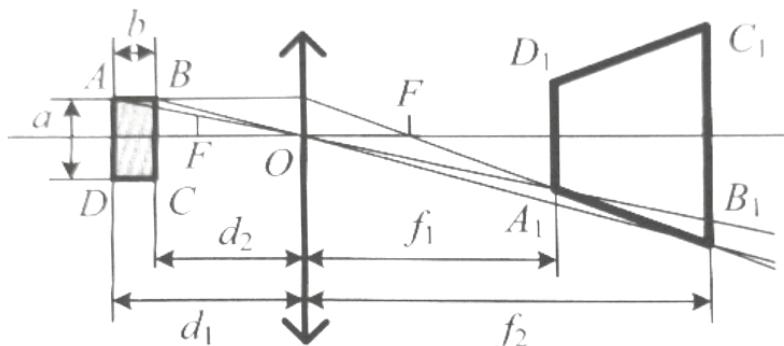


Правильное решение подразумевало запись следующих уравнений и формул:

- формула тонкой линзы для нахождения местоположения изображения передней стороны прямоугольника;
- формула тонкой линзы для нахождения местоположения изображения задней стороны прямоугольника;
- увеличение для передней стороны прямоугольника;
- увеличение для задней стороны прямоугольника;
- формула для оптической силы тонкой линзы.

При оценивании задачи ошибка в формуле для расчёта площади изображения считалась математической, а не физической.

В задаче также требовалось сделать рисунок с построением изображения:



При оценивании задачи № 29 на геометрическую оптику значимых проблем не выявлено, условия во всех вариантах «симметричны». Вклад в третью проверку такой же, как и для 28-й задачи, – 9 %. Традиционно сложно было проверять и оценивать построение хода лучей и изображений, выполненное без линейки.

Стандартной проблемой оценивания этого типа задач является многообразие обозначений, которые вводятся экзаменуемыми, но адекватно не описываются. Отмечалась некорректность рисунка, приведённого в условии задачи: линза относительно главной оптической оси нарисована несимметрично.

Как всегда, в задачах по геометрической оптике были широко представлены альтернативные геометрические решения без формул тонкой линзы. Из всего спектра хочется отметить два альтернативных подхода:

- Верное построение изображения и дальнейший расчёт площади «по клеточкам» с небольшой численной ошибкой.
- Вводится система координат, записываются уравнения прямых, соответствующих лучам, необходимым для построения изображения, далее аналитически определяются точки пресечения лучей, т.е. координаты углов трапеции.

Основная ошибка участников экзамена – ошибочное построение изображения, влекущее за собой ошибочный расчёт его площади. Экзаменуемые не понимали, что при построении изображения из прямоугольника получается трапеция, и произвольно строили прямоугольник, «подгоняя» ход лучей.

Задание № 30 (расчетная задача по механике высокого уровня сложности с требованием обоснования применяемой физической модели)

Эта задача высокого уровня сложности является одновременно и стандартной с точки зрения непосредственно решения, и новой, так как впервые

выдвинуто требование описания используемой в решении физической модели, которое оценивается отдельным баллом на основании отдельного обобщённого критерия. Особенность применения этого критерия заключалась в том, что для получения одного балла требовалось описать все особенности модели (неточность хотя бы в одной из позиций не позволяет этот балл выставить). Средний процент выполнения по решению равен 13, по обоснованию – 5.

Пример задачи № 30 из открытого варианта основного экзамена.
(Максимальные 3 балла за решение получили 52 % «отличников». 59 % «хорошистов» и 94 % «середняков» с задачей не справились вообще, получив 0 баллов. Получить дополнительный балл за обоснование смогли только 43 % «отличников» и 6 % «хорошистов».)

В маленький шар массой $M = 230 \text{ г}$, висящий на нити длиной $l = 50 \text{ см}$, попадает и застревает в нём горизонтально летящая пуля. Минимальная скорость пули v_0 , при которой шар после этого совершил полный оборот в вертикальной плоскости, равна 120 м/с . Чему равна масса пули? Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.

Правильное авторское решение включало в себя следующие законы, формулы и утверждения:

- закон сохранения импульса для описания взаимодействия пули и шара;
- закон сохранения механической энергии для описания движения шара с пулём к верхней точке траектории;
- второй закон Ньютона в проекциях на радиальное направление в верхней точке траектории с учётом равенства нулю силы натяжения нити.

Обоснование физической модели предполагало указание на:

- выбор инерциальной системы отсчёта;
- отказ от учёта размеров тел (материальные точки);
- условия применимости закона сохранения импульса;
- условия применимости закона сохранения механической энергии;
- условие прохождения верхней точки траектории с минимальной скоростью.

Проблемы оценивания задачи № 30 по механике (её «вклад» в третью проверку) оказались меньше прогнозируемых (12 %). Сама задача хорошо известна и выпускникам, и экспертам и в целом не вызывала проблем при проверке самого решения. Ожидали были проблемы по применению критерия № 1 на 1 балл (обоснование физической модели). Некоторые эксперты испытывали «жалость» при оценивании вполне развернутых обоснований при отсутствии каких-то «очевидных» позиций типа ИСО. Вызывали разночтения у экспертов также решения, в которых полностью отсутствовали любые упоминания про силу натяжения нити при условии верного нахождения скорости в верхней точке.

При решении задачи наиболее распространённой была ошибка, связанная с неверной записью закона сохранения механической энергии: не учитывался факт наличия скорости в верхней точке траектории, а значит, не использовался второй закон Ньютона для этой точки.

При обосновании выбора модели для решения задачи часто закон сохранения импульса и закон сохранения энергии обосновывали одними и теми же допущениями (например, кратковременностью процессов). Наблюдалась некоторая «заученность» обоснований выбора «физической» модели, часто без понимания их сущности. Это, скорее всего, связано с новизной требования и малым количеством подобных задач в материалах для подготовки к ЕГЭ.

Статистически значимых проблемных ситуаций оценивания на резервных экзаменах не выявлено.

5.2.2. Общие выводы по выполнению заданий второй части экзаменационной работы

В таблице 19 представлены результаты выполнения за несколько последних лет качественной задачи и расчётных задач повышенного и высокого уровня, требующих развёрнутого ответа.

Таблица 19

Сравнение успешности выполнения заданий с развёрнутым ответом в течение пяти лет

Обозначения задания в работе 2022 года	Средний процент выполнения, %				
	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год
Качественная задача повышенного уровня сложности (№ 24)	12	53	28	18	24
Расчётная задача по механике повышенного уровня сложности (№ 25)	-	-	25	47	26
Расчётная задача по квантовой физике повышенного уровня сложности (№ 26)	-	-	-	-	39
Расчётная задача по молекулярной физике высокого уровня сложности (№ 27)	18	42	10	14	21
Расчётная задача по электродинамике высокого уровня сложности (№ 28)	22	31	11	25	15
Расчёмная задача по геометрической оптике или квантовой физике высокого уровня сложности (№ 29)	24	14	15	14	23
Расчёмная задача по механике высокого уровня сложности (№ 30)	18	42	10	14	13
Обоснование физической модели к задаче № 30	-	-	-	-	5

Три из шести задач с развернутым ответом, аналоги которых были в КИМ 2021 года, выполнены существенно лучше, чем в прошлом году. Это в целом соответствует статистике прошлых лет: процент выполнения заданий второй

части работы существенно зависит не столько от тематики задачи, сколько от степени её оригинальности.

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

5.3. Метапредметные результаты обучения

Согласно ФГОС СОО, выполнение экзаменацационной работы должно продемонстрировать достижение не только предметных, но и метапредметных результатов обучения. В экзаменацационной работе по физике хотелось бы выделить несколько групп заданий, при выполнении которых востребованы определённые виды метапредметных умений.

Первая группа включает в себя два задания по методологии физического эксперимента (№ 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. Эти задания базового уровня традиционно выполняются достаточно успешно (около 70 % в самой многочисленной группе «середняков»).

Вторая группа заданий КИМ ЕГЭ по физике непосредственно связана с информационно-познавательной деятельностью, навыками работы с информацией, представленной в разных знаковых системах – текст, график, таблица, рисунок, схема. На основе графиков построены условия заданий № 2, 3, 8, 10, 13 и 19. Среди них наименьший процент выполнения имеют задания № 2 и 19. Особо хочется выделить задание № 2 новой модели, построенное на материале нескольких тем и проверяющее умение ориентироваться в графическом представлении функциональных зависимостей величин друг от друга. Задание № 19 абсолютно традиционно, сравнительно низкий средний процент его выполнения отражает трудности освоения конкретной темы «Колебания и волны». С нашей точки зрения, на примере именно этого задания в значительной мере проявляется системная проблема межпредметных связей между физикой и математикой, которая обуславливает трудности использования математического аппарата как инструмента научного метода познания природы. На основе таблиц сформулированы условия заданий № 6 и 25. Анализ результатов выполнения этих заданий показал недостаточность сформированности умения адекватно интерпретировать информацию, представленную в табличном варианте. Так, в задании № 25 многие экзаменуемые не смогли увидеть периодичность описанных процессов и правильно определить необходимые для решения величины (период, амплитуду колебательного движения). Электрические, оптические,

энергетические схемы присутствуют в условиях заданий № 17, 18, 19, 21, 28 и 29. При этом в заданиях № 18 и 21 трудности выполнения могут быть в значительной мере обусловлены именно восприятием информации, представленной в форме схемы. А успешность выполнения задания № 29 по геометрической оптике целиком базируется на правильно проведённых построениях изображений на оптической схеме.

Третья выделенная нами группа заданий (№ 12, 18 и 24) выходит на проверку сформированности готовности к самостоятельному поиску методов решения практических задач. В этом ряду выделяется задание № 12 повышенного уровня (средний процент выполнения равен 37), в котором анализируется достаточно «бытовая» ситуация кипения воды в кастрюле. Существенные затруднения при решении качественной задачи № 24 связаны с другим аспектом решения практико-ориентированных задач: неумением научно обосновать интуитивно правильные «бытовые» решения.

Успешность выполнения задания № 24 непосредственно связана еще с одним метапредметным результатом – владением языковыми средствами, умением ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства. К этой группе можно отнести все задачи, требующие развёрнутого ответа, однако именно качественная задача является индикатором, показывающим наличие существенных затруднений при выстраивании логически стройного, аргументированного ответа на поставленный вопрос.

Ещё одна объёмная группа заданий связана с умением критически оценивать и интерпретировать информацию, к ней можно отнести все задания на множественный выбор (№ 1, 6, 12, 17 и 23). Среди перечисленных наибольшие затруднения ожидаемо вызывают задания повышенного уровня и по определённым темам.

В экзаменационной работе 2022 года появилось важное 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 впервые появилось требование верbalного 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 нём «экономится» время урока. Такой подход существенно затрудняет формирование должного уровня методологической культуры решения физических задач и, как следствие, распространение этой культуры на другие предметы.

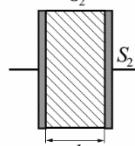
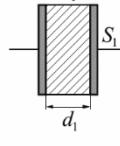
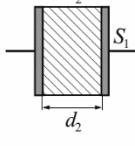
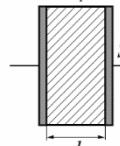
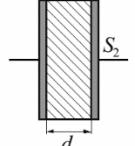
Таким образом, успешное выполнение подавляющего большинства заданий КИМ ЕГЭ по физике непосредственно связано с уровнем сформированности метапредметных умений и в значительной мере обусловлено ими. Это, в свою очередь, является естественным отражением уникальности потенциала физики как учебного предмета.

5.4. Элементы содержания, умения и виды деятельности, усвоенные выпускниками региона лучше других

Лучше всего, с существенным «запасом прочности» (процент выполнения больше 75) в 2022 году выполнены следующие задания (табл. 20).

Таблица 20
Перечень заданий, выполненных наиболее успешно

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания и умения	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения по региону, %				
3	<p>Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: <i>интерпретация графика зависимости проекции скорости от времени для равномерного и равноускоренного движения.</i></p> <p>Пример из открытого варианта:</p> <p>На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t. Найдите путь, пройденный автомобилем за время от 30 до 50 с.</p> <p>Ответ: _____ м.</p>	Базовый	75,98				
7	<p>Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: <i>круговое движение под действием силы тяжести.</i></p> <p>Пример из открытого варианта:</p> <p>Космический исследовательский зонд обращается по круговой орбите вокруг Марса. В результате перехода на другую круговую орбиту центростремительное ускорение зонда увеличилось. Как изменились при этом переходе скорость зонда и период обращения зонда вокруг Марса?</p> <p>Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась <p>Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Скорость зонда</td> <td>Период обращения зонда</td> </tr> <tr> <td>_____</td> <td>_____</td> </tr> </table>	Скорость зонда	Период обращения зонда	_____	_____	Базовый	75,37
Скорость зонда	Период обращения зонда						
_____	_____						
14	<p>Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: <i>применение базовых формул для описания постоянного тока.</i></p> <p>Пример из открытого варианта:</p> <p>Сила тока, текущего в проводнике, равна 4 А. Какой заряд проходит через поперечное сечение проводника за 10 с?</p> <p>Ответ: _____ Кл.</p>	Базовый	76,17				

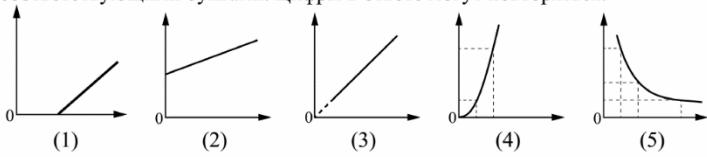
15	<p>Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: электромагнетизм, расчёт силы Ампера и силы Лоренца.</p> <p>Пример из открытого варианта:</p> <p>Прямолинейный проводник длиной L, по которому протекает ток I, помещён в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции \vec{B}. На проводник действует сила Ампера, равная 0,2 Н. Какой станет сила Ампера при увеличении силы тока в 2 раза?</p> <p>Ответ: _____ Н.</p>	Базовый	86,87
20	<p>Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: уравнения ядерных реакций.</p> <p>Пример из открытого варианта:</p> <p>Ядро урана захватывает нейтрон, в результате чего происходит ядерная реакция ${}_0^1\text{n} + {}_{92}^{238}\text{U} \rightarrow {}_Z^A\text{X} + {}_0^1\text{n}$ с образованием ядра химического элемента ${}_Z^A\text{X}$. Каков заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда)?</p> <p>Ответ: _____.</p>	Базовый	82,89
23	<p>Планировать эксперимент, отбирать оборудование.</p> <p>Пример из открытого варианта:</p> <p>Необходимо экспериментально изучить зависимость электроёмкости плоского конденсатора от расстояния между его пластинами. На всех представленных ниже рисунках S – площадь пластин конденсатора, d – расстояние между пластинами конденсатора, ϵ – диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?</p> <p>1)  4) </p> <p>2)  5) </p> <p>3) </p> <p>Запишите в ответе номера выбранных конденсаторов.</p> <p>Ответ: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	Базовый	79,18

5.5. Элементы содержания, умения и виды деятельности, усвоенные выпускниками региона хуже других

Далее перечислены задания, выполненные хуже остальных: менее 60 % выполнения для заданий базового и повышенного уровня первой части экзаменационной работы и менее 15 % выполнения для заданий повышенного и высокого уровня сложности второй части экзаменационной работы (табл. 21).

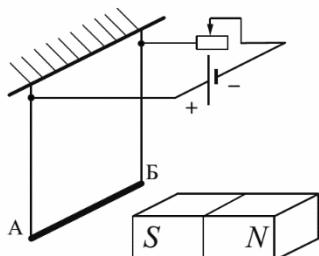
Таблица 21

Перечень заданий, выполненных наименее успешно

Обозна- чение задания в работе	Проверяемые элементы содержания и умения	Уровень сложности задания	Средний процент выполне- ния по ре- гиону, %						
2	<p>Использовать графическое представление информации: <i>интегрированное задание по нескольким разделам курса физики.</i></p> <p>Пример из открытого варианта:</p> <p>Даны следующие зависимости величин:</p> <p>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.</p> <p>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.</p>  <p>Ответ: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>A</td><td>B</td><td>V</td></tr><tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr></table></p>	A	B	V				Повы- шенный	55,20
A	B	V							
12	<p>Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: <i>агрегатные превращения, насыщенный пар.</i></p> <p>Пример из открытого варианта:</p> <p>Медную кастрюлю наполнили на $3/4$ водой, закрыли лёгкой крышкой и спустя несколько часов поставили на огонь. Воду в кастрюле довели до кипения и кипятили в течение некоторого времени. Атмосферное давление составляло 760 мм рт. ст.</p> <p>Выберите все верные утверждения, описывающие характеристики воды, водяного пара и кастрюли.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Относительная влажность воздуха под крышкой в процессе нагревания воды увеличивалась. 2) В ходе кипения воды средняя потенциальная энергия взаимодействия молекул воды, переходящих из жидкости в пар, оставалась постоянной. 3) Давление водяных паров под крышкой оставалось постоянным в ходе процесса нагревания воды. 4) Температура медного дна кастрюли с водой при кипении немножко превышала 100 °C. 5) Плотность насыщенных водяных паров над поверхностью воды при нагревании до кипения увеличивалась. <p>Ответ: _____.</p>	Повы- шенный	36,58						
17	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики: <i>взаимодействие проводника с током и постоянного магнита.</i>	Повы- шенный	51,57						

Пример из открытого варианта:

Алюминиевый проводник АБ подвешен на тонких медных проволочках к деревянной балке и подключён к источнику постоянного напряжения так, как показано на рисунке. Справа от проводника находится южный полюс постоянного магнита. Ползунок реостата плавно перемещают *влево*.



Из приведённого ниже списка выберите все верные утверждения.

- 1) Линии индукции магнитного поля, созданного магнитом вблизи проводника АБ, направлены влево.
- 2) Сила натяжения проволочек, на которых подвешен проводник АБ, увеличивается.
- 3) Сила Ампера, действующая на проводник АБ, увеличивается.
- 4) Сопротивление внешней цепи увеличивается.
- 5) Сила тока, протекающего через проводник АБ, уменьшается.

Ответ: _____.

19

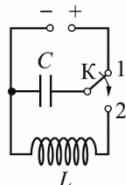
Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: *колебательный контур (соответствие между физическими величинами и графиками)*.

Пример из открытого варианта:

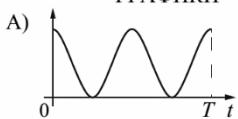
Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключен к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t=0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения с течением времени t физических величин, характеризующих возникшие после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

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

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

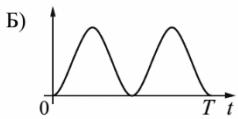


ГРАФИКИ



ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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



Ответ:

A	B

21

Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изучен-

Базовый

58,50

	<p>ные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы: <i>постулаты Бора</i>.</p> <p>Пример из открытого варианта:</p> <p>На рисунке изображена упрощённая диаграмма низших 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?</p> <p>Установите соответствие между процессами поглощения и излучения света и энергетическими переходами атома, указанными стрелками.</p> <p>К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">ПРОЦЕССЫ</th><th style="text-align: center;">ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A) поглощение света с наименьшей частотой</td><td style="text-align: center;">1)</td></tr> <tr> <td>Б) излучение света с наименьшей энергией фотонов</td><td style="text-align: center;">2) 3) 4)</td></tr> </tbody> </table> <p>Ответ:</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">А</td><td style="text-align: center;">Б</td></tr> <tr> <td> </td><td> </td></tr> </table>	ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ	A) поглощение света с наименьшей частотой	1)	Б) излучение света с наименьшей энергией фотонов	2) 3) 4)	А	Б			
ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ											
A) поглощение света с наименьшей частотой	1)											
Б) излучение света с наименьшей энергией фотонов	2) 3) 4)											
А	Б											
28	<p>Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики: <i>последовательное и параллельное соединение конденсаторов</i>.</p> <p>Пример из открытого варианта:</p> <p>Батарея из четырёх конденсаторов электрической ёмкостью $C_1 = 2C$, $C_2 = C$, $C_3 = 4C$ и $C_4 = 2C$ подключена к источнику постоянного тока с ЭДС \mathcal{E} и внутренним сопротивлением r (см. рисунок). Определите энергию конденсатора C_2.</p>	Высокий	14,72									
30	<p>Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики, обосновывая выбор физической модели для решения задачи: <i>вращение шара на нити после взаимодействия с пулей</i>.</p> <p>Пример из открытого варианта:</p>	Высокий	5,05									
31	<p>В маленький шар массой $M = 230$ г, висящий на нити длиной $l = 50$ см, попадает и застrevает в нём горизонтально летящая пуля. Минимальная скорость пули v_0, при которой шар после этого совершил полный оборот в вертикальной плоскости, равна 120 м/с. Чему равна масса пули? Сопротивлением воздуха пренебречь. Обоснуйте применимость законов, используемых при решении задачи.</p>	Высокий	12,57									

5.6. Динамика успешности выполнения заданий разных лет по сходной тематике

Структура экзаменационной работы 2022 года претерпела некоторые изменения, тем не менее, большинство заданий по структуре и тематике традиционны для КИМ ЕГЭ по физике, что позволяет провести сравнение результатов

2022 года с результатами предыдущих лет (2020 и 2021 годы) по многим линиям заданий. Для сравнения выберем только те задания, которые сходны по трём позициям: структуре, тематике и уровню сложности. При этом сравнение результатов выполнения остаётся достаточно условным в связи с имеющимися различиями в проверяемых элементах содержания и существенных для результата выполнения нюансов в формулировках. Результаты сравнения представлены в таблице 22.

Таблица 22

Сравнение успешности выполнения заданий в 2022 и 2020–2021 годах

Обозначение задания в работе	Проверяемые элементы содержания / умения в 2022 году	Уровень сложности	Средний процент выполнения задания в 2022 году	Проверяемые элементы содержания / умения аналогичного по тематике и структуре задания в 2020 или 2021 году	Уровень сложности	Средний процент выполнения задания в 2020 или 2021 году
3	Равноускоренное и равномерное движение: <i>интерпретация графика зависимости проекции скорости от времени для равномерного и равноускоренного движения (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	76	Равноускоренное и равномерное прямолинейное движение: <i>интерпретация графика зависимости проекции скорости от времени для равномерного и равноускоренного движения (2021) (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	78
	<p>На рисунке представлен график зависимости модуля скорости v автомобиля от времени t. Найдите путь, пройденный автомобилем за время от 30 до 50 с.</p> <p>Ответ: _____ м.</p>			<p>На рисунке приведён график зависимости проекции v_x скорости тела от времени t.</p> <p>Определите проекцию a_x ускорения этого тела в интервале времени от 0 до 5 с.</p> <p>Ответ: _____ м/с^2.</p>		
4	Импульс тела: <i>умение применять формулу второго закона Ньютона в импульсной форме (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	69	Импульс тела: <i>умение применять формулу второго закона Ньютона в импульсной форме (2020) (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</i>	Б	71

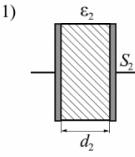
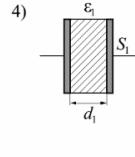
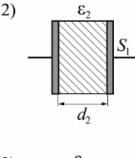
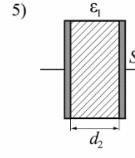
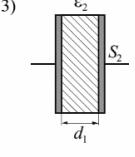
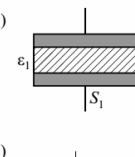
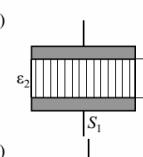
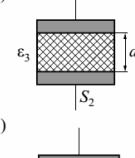
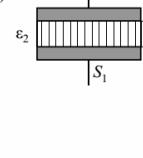
	<p>Тело равномерно двигалось по прямой в инерциальной системе отсчёта. Импульс тела был равен 20 кг·м/с. Затем под действием постоянной силы величиной 10 Н, направленной вдоль этой прямой, за 3 с импульс тела увеличился. Определите конечный импульс тела.</p> <p>Ответ: _____ кг·м/с.</p>			<p>Тело движется в инерциальной системе отсчёта по прямой в одном направлении под действием постоянной силы величиной 5 Н. За 4 с импульс тела увеличился и стал равен 35 кг·м/с. Чему был равен первоначальный импульс тела?</p> <p>Ответ: _____ кг·м/с.</p>										
5	<p>Механические волны, звук: умение применять формулу связи скорости звука с длиной звуковой волны в стандартной ситуации (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</p> <p>Каков период колебаний T звуковых волн в среде, если скорость звука в этой среде равна 1000 м/с, а длина волны $\lambda = 5$ м?</p> <p>Ответ: _____ с.</p>	Б	72	<p>Механические волны, звук: умение применять формулу связи скорости звука с длиной звуковой волны в стандартной ситуации (2020) (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</p> <p>В воздухе распространяется волна от источника, колеблющегося с частотой 660 Гц. Скорость звука в воздухе равна 330 м/с. Какова длина звуковой волны в воздухе?</p> <p>Ответ: _____ м.</p>	Б	70								
7	<p>Законы динамики: закон всемирного тяготения, движение по окружности: умение анализировать изменение физических величин при переходе с одной орбиты на другую (соответствие между величинами и характером их изменения)</p> <p>Космический исследовательский зонд обращается по круговой орбите вокруг Марса. В результате перехода на другую круговую орбиту центростремительное ускорение зонда увеличилось. Как изменились при этом переходе скорость зонда и период обращения зонда вокруг Марса? Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:</p> <p>1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась</p> <p>Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Скорость зонда</td> <td>Период обращения зонда</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	Скорость зонда	Период обращения зонда			Б	75	<p>Законы динамики: закон всемирного тяготения, движение по окружности: умение анализировать изменение физических величин при переходе с одной орбиты на другую (2021) (соответствие между величинами и характером их изменения)</p> <p>В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения спутника Земли увеличилась. Как изменились в результате этого перехода центростремительное ускорение спутника и период его обращения вокруг Земли?</p> <p>Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:</p> <p>1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась</p> <p>Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Центростремительное ускорение спутника</td> <td>Период обращения спутника вокруг Земли</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	Центростремительное ускорение спутника	Период обращения спутника вокруг Земли			Б	73
Скорость зонда	Период обращения зонда													
Центростремительное ускорение спутника	Период обращения спутника вокруг Земли													
8	<p>Равноускоренное прямолинейное движение (формула): умение описывать изменение кинематических и динамических величин с помощью графиков (соответствие между величинами и графиками, описывающими их зависимость от времени)</p>	Б	68	<p>Равноускоренное прямолинейное движение (описание): умение описывать изменение кинематических, динамических и энергетических величин с помощью графиков (2021) (соответствие между величинами и графиками, описывающими их зависимость от времени)</p>	Б	71								

	<p>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).</p> <p>Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут представлять.</p> <p>К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th colspan="2">ГРАФИКИ</th> <th colspan="2">ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A)</td> <td></td> <td>1) проекция a_x ускорения тела</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Б)</td> <td></td> <td>2) модуль равнодействующей \vec{F} сил, действующих на тело</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>3) проекция v_x скорости тела</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>4) проекция s_x перемещения тела</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ГРАФИКИ		ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		A)		1) проекция a_x ускорения тела		Б)		2) модуль равнодействующей \vec{F} сил, действующих на тело				3) проекция v_x скорости тела				4) проекция s_x перемещения тела			<p>После удара в момент времени $t=0$ шайба начала скользить вверх по гладкой наклонной плоскости с начальной скоростью \vec{v}_0, как показано на рисунке.</p> <p>В момент времени t_0 шайба вернулась в исходное положение. Графики А и Б отображают изменение с течением времени физических величин, характеризующих движения шайбы.</p> <p>Установите соответствие между графиками и физическими величинами, изменения которых со временем эти графики могут отображать.</p> <p>К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.</p> <table border="0"> <thead> <tr> <th colspan="2">ГРАФИКИ</th> <th colspan="2">ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A)</td> <td></td> <td>1) кинетическая энергия E_k</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Б)</td> <td></td> <td>2) проекция скорости v_x</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>3) полная механическая энергия $E_{\text{мех}}$</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>4) проекция ускорения a_y</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Ответ:</p> <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> <td style="width: 20px; height: 20px;"></td> </tr> </table>	ГРАФИКИ		ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		A)		1) кинетическая энергия E_k		Б)		2) проекция скорости v_x				3) полная механическая энергия $E_{\text{мех}}$				4) проекция ускорения a_y				
ГРАФИКИ		ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ																																												
A)		1) проекция a_x ускорения тела																																												
Б)		2) модуль равнодействующей \vec{F} сил, действующих на тело																																												
		3) проекция v_x скорости тела																																												
		4) проекция s_x перемещения тела																																												
ГРАФИКИ		ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ																																												
A)		1) кинетическая энергия E_k																																												
Б)		2) проекция скорости v_x																																												
		3) полная механическая энергия $E_{\text{мех}}$																																												
		4) проекция ускорения a_y																																												
9	<p>Основное уравнение МКТ: сравнение характеристик идеальных газов или их состояний (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</p>	Б	69	<p>Основное уравнение МКТ: умение применять соответствующие формулы для расчета одной из входящих в них величин (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</p>	Б	68																																								
	<p>Цилиндрический сосуд разделен лёгким подвижным поршнем на две части. В одной части сосуда находится неон, в другой – аргон. Температуры газов одинаковы. Определите отношение концентрации молекул неона к концентрации молекул аргона в равновесном состоянии.</p> <p>Ответ: _____.</p>			<p>Давление разреженного газа в сосуде возросло в 6 раз, а средняя энергия поступательного теплового движения его молекул возросла в 2 раза. Во сколько раз увеличилась концентрация молекул газа в сосуде?</p> <p>Ответ: в _____ раз(а).</p>																																										
11	<p>КПД тепловой машины: умение применять соответствующую формулу для расчета одной из входящих в него величин (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</p>	Б	75	<p>КПД тепловой машины: умение применять соответствующую формулу для расчета одной из входящих в него величин (2021) (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)</p>	Б	63																																								
	<p>Рабочее тело тепловой машины за цикл получает от нагревателя количество теплоты, равное 64 Дж, и совершает работу, равную 16 Дж. Чему равен КПД тепловой машины?</p> <p>Ответ: _____ %.</p>			<p>Рабочее тело тепловой машины с КПД 10% за цикл работы получает от нагревателя количество теплоты, равное 10 Дж. Какую работу машина совершает за цикл?</p> <p>Ответ: _____ Дж.</p>																																										
13	<p>Уравнение Менделеева-Клапейрона, газовые законы: умение анализировать изменение физических величин, описывающих состояние идеального газа, с опорой на диаграмму состояний (2020)</p>	Б	73	<p>Уравнение Менделеева-Клапейрона, газовые законы: умение анализировать изменение физических величин, описывающих состояние идеального газа, с опорой на диаграмму состояний (2020)</p>	Б	90																																								

	(соответствие между величинами и характером их изменения)			(соответствие между величинами и характером их изменения)						
	<p>Одн моль идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах p–T, где p – давление газа, T – абсолютная температура газа.</p> <p>Как изменяются объём газа V в ходе процесса 1–2 и концентрация молекул газа n в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется <p>Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Объём газа в ходе процесса 1–2</td> <td style="padding: 2px;">Концентрация молекул газа в ходе процесса 2–3</td> </tr> </table>	Объём газа в ходе процесса 1–2	Концентрация молекул газа в ходе процесса 2–3			<p>1 моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах p–V, где p – давление газа, V – объём газа. Как изменяются концентрация молекул n газа в ходе процесса 1–2 и абсолютная температура T газа в ходе процесса 2–3? Масса газа остаётся постоянной.</p> <p>Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) увеличивается 2) уменьшается 3) не изменяется <p>Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Концентрация молекул газа в ходе процесса 1–2</td> <td style="padding: 2px;">Абсолютная температура газа в ходе процесса 2–3</td> </tr> </table>	Концентрация молекул газа в ходе процесса 1–2	Абсолютная температура газа в ходе процесса 2–3		
Объём газа в ходе процесса 1–2	Концентрация молекул газа в ходе процесса 2–3									
Концентрация молекул газа в ходе процесса 1–2	Абсолютная температура газа в ходе процесса 2–3									
14	Законы постоянного тока: применение базовых формул для описания постоянного тока (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	76	Законы постоянного тока: применение базовых формул для описания постоянного тока (2020) (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	73				
	Сила тока, текущего в проводнике, равна 4 А. Какой заряд проходит через поперечное сечение проводника за 10 с? Ответ: _____ Кл.			Электрическая лампочка мощностью 12 Вт рассчитана на напряжение 6 В. Определите по этим параметрам силу тока, протекающего через нить накаливания лампочки, работающей вnominalном режиме. Ответ: _____ А.						
16	Законы геометрической оптики: изображение в плоском зеркале (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	70	Законы отражения и преломления света: умение определять углы при отражении света в плоском зеркале (2020) (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	66				
	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 придвигнуть к зеркалу? Ответ: на _____ клеток(-ки).			Угол падения луча света на горизонтальное плоское зеркало равен 30° . Каким будет угол γ , образованный падающим и отражённым лучами, если повернуть зеркало на 15° так, как показано на рисунке? Ответ: _____ градусов.						
18	Законы постоянного тока: зависимость величин, характеризующих постоянный ток, от характеристик проводника (соответствие между величинами и характером их изменения)	Б	72	Законы постоянного тока: умение анализировать изменение распределения напряжений и токов в полной цепи постоянного тока со смешанным соединением проводников при измене-	Б	85				

				нии сопротивления внешней цепи (2020) (соответствие между величинами и характером их изменения)																									
				<p>На рисунке представлена схема цепи для A и B исследование различных проводников. Внутренним сопротивлением источника можно пренебречь.</p> <p>Сначала между клеммами A и B включили отрезок медного провода. Затем его заменили проводом таких же размеров, но из материала с большим удельным сопротивлением. Как изменились после замены сопротивление цепи и сила тока в ней?</p> <p>Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась <p>Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Сопротивление цепи</td> <td>Сила тока в цепи</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Сопротивление цепи	Сила тока в цепи			<p>На рисунке показана цепь постоянного тока, содержащая источник постоянного напряжения с ЭДС \mathcal{E} и три резистора: R_1, R_2 и R_3. Как изменятся сила тока в цепи и напряжение на резисторе R_2, если ключ К перевести из положения 2 в положение 3?</p> <p>Внутренним сопротивлением источника пренебречь. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) увеличится 2) уменьшится 3) не изменится <p>Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>Сила тока в цепи</td> <td>Напряжение на резисторе R_2</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	Сила тока в цепи	Напряжение на резисторе R_2																		
Сопротивление цепи	Сила тока в цепи																												
Сила тока в цепи	Напряжение на резисторе R_2																												
19	Свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре: умение описывать изменения физических величин с помощью графиков их зависимости от времени (соответствие между величинами и графиками их зависимости от времени)	Б	59	Свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре: умение описывать изменения физических величин с помощью графиков их зависимости от времени (соответствие между величинами и графиками их зависимости от времени)	Б	73																							
	<p>Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t=0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения с течением времени t физических величин, характеризующих возникшие после этого свободные электромагнитные колебания в контуре (T – период колебаний).</p> <p>Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут отображать.</p> <p>К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="2">ГРАФИКИ</td> </tr> <tr> <td>А)</td> <td>ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ</td> </tr> <tr> <td></td> <td> 1) сила тока в катушке 2) заряд левой обкладки конденсатора 3) энергия магнитного поля катушки 4) энергия электрического поля конденсатора </td> </tr> <tr> <td>Б)</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ответ:</td> <td><table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>A</td><td>B</td></tr></table></td> </tr> </table>	ГРАФИКИ		А)	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		1) сила тока в катушке 2) заряд левой обкладки конденсатора 3) энергия магнитного поля катушки 4) энергия электрического поля конденсатора	Б)				Ответ:	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>A</td><td>B</td></tr></table>	A	B	<p>Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t=0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения физических величин, характеризующих электромагнитные колебания в контуре после этого (T – период колебаний).</p> <p>Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимостью которых от времени эти графики могут отображаться.</p> <p>К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="2">ГРАФИКИ</td> </tr> <tr> <td>А)</td> <td>ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ</td> </tr> <tr> <td></td> <td> 1) заряд левой обкладки конденсатора 2) сила тока в катушке 3) заряд правой обкладки конденсатора 4) энергия магнитного поля катушки </td> </tr> <tr> <td>Б)</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ответ:</td> <td><table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>A</td><td>B</td></tr></table></td> </tr> </table>	ГРАФИКИ		А)	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ		1) заряд левой обкладки конденсатора 2) сила тока в катушке 3) заряд правой обкладки конденсатора 4) энергия магнитного поля катушки	Б)		Ответ:	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>A</td><td>B</td></tr></table>	A	B	
ГРАФИКИ																													
А)	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ																												
	1) сила тока в катушке 2) заряд левой обкладки конденсатора 3) энергия магнитного поля катушки 4) энергия электрического поля конденсатора																												
Б)																													
Ответ:	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>A</td><td>B</td></tr></table>	A	B																										
A	B																												
ГРАФИКИ																													
А)	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ																												
	1) заряд левой обкладки конденсатора 2) сила тока в катушке 3) заряд правой обкладки конденсатора 4) энергия магнитного поля катушки																												
Б)																													
Ответ:	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>A</td><td>B</td></tr></table>	A	B																										
A	B																												
20	Ядерные реакции: умение определять зарядовые и массовые числа ядер, участвующих в ядерной реакции (самостоятельная запись ответа в предложенных единицах измерения)	Б	83	Ядерные реакции: умение определять зарядовые и массовые числа ядер, участвующих в ядерной реакции (2020) (самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел)	Б	87																							

	<p>Ядро урана захватывает нейтрон, в результате чего происходит ядерная реакция ${}_0^1n + {}_{92}^{238}U \rightarrow {}_Z^AX + {}_0^1n$ с образованием ядра химического элемента ${}_Z^AX$. Каков заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда)?</p> <p>Ответ: _____.</p>		<p>Ядро лития может захватить протон, в результате чего происходит ядерная реакция ${}_1^1p + {}_3^7Li \rightarrow {}_Z^AX + {}_2^4He$ с образованием ядра химического элемента ${}_Z^AX$. Каковы заряд образовавшегося ядра Z (в единицах элементарного заряда) и его массовое число A?</p> <table border="1"> <tr> <td>Заряд ядра Z</td><td>Массовое число ядра A</td></tr> <tr> <td>_____</td><td>_____</td></tr> </table>	Заряд ядра Z	Массовое число ядра A	_____	_____																
Заряд ядра Z	Массовое число ядра A																						
_____	_____																						
21	<p>Излучение и поглощение света атомами: умение идентифицировать и сравнивать процессы поглощения и излучения квантов света на основе диаграммы энергетических уровней атома (соответствие между процессом и его схематическим изображением на диаграмме)</p>	B	57	<p>Излучение и поглощёние света атомами: умение идентифицировать и сравнивать процессы поглощения и излучения квантов света на основе диаграммы энергетических уровней атома (2020) (соответствие между процессом и его схематическим изображением на диаграмме)</p>																			
	<p>На рисунке изображена упрощённая диаграмма низких 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.</p> <p>К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.</p> <table border="1"> <tr> <td>ПРОЦЕССЫ</td> <td>ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ</td> </tr> <tr> <td>A) поглощение света с наименьшей частотой</td> <td>1) 1</td> </tr> <tr> <td>Б) излучение света с наименьшей энергией фотонов</td> <td>2) 2 3) 3 4) 4</td> </tr> </table> <p>Ответ: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table></p>	ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ	A) поглощение света с наименьшей частотой	1) 1	Б) излучение света с наименьшей энергией фотонов	2) 2 3) 3 4) 4	A	B				<p>На рисунке изображена упрощённая диаграмма низких энергетических уровней атома. Нумерованными стрелками отмечены некоторые возможные переходы атома между этими уровнями. Какие из этих переходов связаны с поглощением кванта света наибольшей длины волн и излучением кванта света с наименьшей энергией? Установите соответствие между процессами поглощения и испускания света и стрелками, обозначающими энергетические переходы атома.</p> <p>К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.</p> <table border="1"> <tr> <td>ПРОЦЕССЫ</td> <td>ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ</td> </tr> <tr> <td>A) поглощение кванта света наибольшей длины волны</td> <td>1) 1 2) 2</td> </tr> <tr> <td>Б) излучение кванта света с наименьшей энергией</td> <td>3) 3 4) 4</td> </tr> </table> <p>Ответ: <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>A</td><td>B</td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table></p>	ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ	A) поглощение кванта света наибольшей длины волны	1) 1 2) 2	Б) излучение кванта света с наименьшей энергией	3) 3 4) 4	A	B		
ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ																						
A) поглощение света с наименьшей частотой	1) 1																						
Б) излучение света с наименьшей энергией фотонов	2) 2 3) 3 4) 4																						
A	B																						
ПРОЦЕССЫ	ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПЕРЕХОДЫ																						
A) поглощение кванта света наибольшей длины волны	1) 1 2) 2																						
Б) излучение кванта света с наименьшей энергией	3) 3 4) 4																						
A	B																						
22	<p>Измерение физических величин: определение показаний стандартного школьного измерительного прибора с учетом погрешности прямого измерения (самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел в предложенных единицах измерения)</p>	B	73	<p>Измерение физических величин: определение показаний стандартного школьного измерительного прибора с учетом погрешности прямого измерения (2021) (самостоятельная запись ответа в форме двух последовательных чисел в предложенных единицах измерения)</p>																			
	<p>Определите показания миллиамперметра (см. рисунок), если абсолютная погрешность прямого измерения силы тока равна цене деления миллиамперметра.</p> <p>Ответ: (<u> </u> ± <u> </u>) мА.</p>			<p>Определите показания вольтметра (см. рисунок), если погрешность прямого измерения напряжения равна цене деления вольтметра. Вольтметр проградуирован в вольтах.</p> <p>Ответ: (<u> </u> ± <u> </u>) В.</p>																			

23	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент (множественный выбор)	Б	79	Методология физического эксперимента: умение спланировать физический эксперимент (2020) (множественный выбор)	Б	82
	<p>Необходимо экспериментально изучить зависимость электроёмкости плоского конденсатора от расстояния между его пластинами. На всех представленных ниже рисунках S – площадь пластин конденсатора, d – расстояние между пластинами конденсатора, ϵ – диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?</p> <p>1)  4) </p> <p>2)  5) </p> <p>3) </p> <p>Запишите в ответе номера выбранных конденсаторов.</p> <p>Ответ: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>	<p>Необходимо экспериментально изучить зависимость электроёмкости плоского конденсатора от расстояния между его пластинами. На всех представленных ниже рисунках S – площадь пластин конденсатора, d – расстояние между пластинами конденсатора, ϵ – диэлектрическая проницаемость среды, заполняющей пространство между пластинами. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?</p> <p>1)  4) </p> <p>2)  5) </p> <p>3) </p> <p>Запишите в ответе номера выбранных конденсаторов.</p> <p>Ответ: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p>				

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

Очевидно, что в течение последних трёх 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 различиями 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 может быть связано с периодами дистанционного обучения, которые у выпускников текущего года были в течение всех лет обучения в старшей школе. Так, «проблемность» заданий по методологии может быть обусловлена невозможностью в условиях «дистанта» в полной мере освоить ту часть программы, которая связана с натурным физическим экспериментом.

5.7. Влияние содержательных изменений КИМ, использовавшихся в регионе в 2022 году, на результаты экзамена

Содержательные изменения в КИМ 2022 года не были столь существенны, чтобы кардинально повлиять на результаты выполнения экзаменационной

работы. Тем не менее, трудности при выполнении заданий новых моделей сказались на результатах экзамена в регионе: основные показатели успешности экзамена несколько снизились по сравнению с прошлым годом.

Новые задания № 1 и 2, имеющие интегрированный характер и включающие в себя элементы содержания не менее чем из трёх разделов курса физики, выполнены с преодолением порога полного усвоения (65 и 55 % соответственно), но хуже большинства других заданий первой части базового уровня.

В заданиях на множественный выбор было снято ограничение в «два правильных ответа», то есть правильных вариантов ответа могло быть разное количество. Можно предположить, что этот фактор наравне с другими перечисленными выше повлиял на малый процент выполнения заданий № 12 (37 %) и № 17 (52 %) повышенного уровня сложности: понимание, что правильных высказываний может быть только два, само по себе является подсказкой.

Расчётная задача по механике высокого уровня сложности № 30, содержащая требование обоснования используемой физической модели, тоже вызвала существенные трудности как в плане решения, так и на уровне обоснования (39 % выполнения даже в самой сильной группе).

Затруднения, возникшие при выполнении новых и изменённых заданий, высвечивают проблемы в достижении ряда предметных результатов обучения, предусмотренных ФГОС. Это, в свою очередь, свидетельствует о проблемах реализации идей ФГОС в реальной практике преподавания физики. Не следует также забывать о том, что оба года обучения выпускников-2022 в старшей школе проходили в условиях эпидемиологических ограничений.

Очевидно, работа по обновлению КИМ ЕГЭ и приведению их в соответствие ФГОС будет продолжена и дальше. Соответственно, есть основания прогнозировать трудности выполнения новых и изменённых заданий и в будущем.

5.8. Общие выводы об итогах выполнения экзаменационной работы по физике 2022 года

В целом результаты выполнения всей экзаменационной работы 2022 года сопоставимы с результатами 2021 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.

Как показано в статистической части отчета, основные статистические показатели экзамена по физике текущего года в целом несколько хуже показателей предыдущих лет. Это ожидаемое снижение, обусловленное, прежде всего, тем, что основная масса экзаменуемых – выпускники текущего года – обучалась в старшей школе в течение двух лет в условиях пандемии и эпидемиологических ограничений. Второе объективное основание для снижения результа-

тов – изменение КИМ ЕГЭ, обновление ряда старых заданий и появление заданий новых моделей. Ещё один немаловажный фактор: выпускники 2022 года не сдавали ОГЭ в 9 классе, то есть был упущен очень важный с нашей точки зрения элемент подготовки к сдаче ЕГЭ.

Поскольку перечисленные факторы объективны, то снижение результатов произошло и в среднем по России. При этом основные показатели успешности экзамена в Санкт-Петербурге выше, чем в среднем по РФ. Можно предположить, 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 2021/2022 учебном году.

6. КАЧЕСТВО РАБОТЫ ЧЛЕНОВ ПРЕДМЕТНОЙ КОМИССИИ

В 2022 году предметная комиссия по физике насчитывала 98 активных экспертов, из них 90 человек работали на экзаменах, что составляет 91,8 % (в прошлом году – 93,6 %). При этом необоснованных неявок на проверку не зафиксировано: шестеро экспертов не смогли принять участие в проверке по болезни, один в силу экстраординарной ситуации по основному месту работы и один по причине эмиграции в другую страну. Для проверки работ экзамена в резервные дни привлекалось ограниченное количество экспертов (от 3 до 13 человек). Комиссия, как и в прошлые годы, работает стабильно и мотивированно.

Явка членов предметной комиссии по физике на проверку работ в 2022 году по сравнению с предыдущими годами представлена в таблице 23.

Таблица 23

**Явка членов предметной комиссии по физике на проверку работ в 2022 году
по сравнению с предыдущими годами**

Год	Зарегистрировано активных экспертов	Явилось	
		чел.	%
2013	144	143	99
2014	144	143	99
2015	139	134	96
2016	130	127	98
2017	123	121	98
2018	113	112	99
2019	111	109	98
2020	120	108	90
2021	110	103	94
2022	98	90	92

Проверка заданий с развернутым ответом основного экзамена (06.06.22) осуществлялась в течение трёх дней (07.06.22, 08.06.22 и 09.06.22). Проверка работ резервных экзаменов (30.06.22 и 02.07.22) проводилась в течение одного дня (соответственно, 01.07.22 и 03.07.22).

Распределение членов предметной комиссии по статусам представлено в таблице 24.

Таблица 24

**Статусы экспертов РПК по физике в 2022 году
по сравнению с предыдущими годами**

Год	Общая численность ПК, чел.	Кол-во ведущих экспертов	Кол-во старших экспертов	Кол-во основных экспертов
2015	139	7	22	110
2016	130	9	32	89
2017	123	8	51	64
2018	113	3	45	65
2019	111	3	29	79
2020	120	3	33	84
2021	110	3	24	83
2022	98	3	25	70

В следующей таблице 25 даны основные показатели работы предметной комиссии по всем экзаменационным дням основного периода 2022 года.

Таблица 25

Основные показатели работы предметной комиссии по физике в 2022 году

Показатели работы предметной комиссии	Основной день 06.06.2022		Резервные дни 30.06.2022 и 02.07.2022		ВСЕГО в основном периоде 2022 г.		ВСЕГО в основном периоде 2021 г.	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Всего работ	4381	100	409	100	4790	100	5508	100
Из них пустые (не требовали проверки)	453	10,34	202	49,39	655	13,7	954	17,3
Количество работ, проверенных третьим экспертом	335	7,65	19	4,66	354	7,39	461	8,37

В 2022 году в связи с существенной неявкой экзаменуемых предметная комиссия проверила меньшее количество работ, чем в 2021 году, при этом число пустых бланков уменьшилось почти на 5 %. На 1 % уменьшилась доля третьей проверки: 7,39 % по сравнению с 8,37 % в прошлом году. Считаем это хорошим результатом, так как проверка стала труднее и по смысловым аспектам, и по объёмным показателям: семь задач по восьми обновлённым критериям, подразумевающим выставление разных максимальных баллов, вместо шести задач по шести уже отработанным критериям.

Работы на третью проверку ушли практически от всех экспертов, работавших на основном экзамене. При этом полностью безошибочно отработали три эксперта, два из которых – руководители РПК.

Из 335 работ, ушедших на третью проверку на основном экзамене, в 290 работах эксперты совершили ошибку в одном задании, в 41 работе – ошибки в двух заданиях, в четырех работах – ошибки одновременно в трех заданиях.

Анализ третьих проверок по основному экзамену показал, что в 36,8 % случаев третий эксперт не согласился ни с одним из экспертов первой и второй проверок, занял промежуточную позицию, что несколько меньше, чем в прошлом году (39,7 %). Эта ситуация чаще всего встречалась при реализации третьей проверки качественной задачи. В 63,2 % случаев третий эксперт принял сторону одного из экспертов, считая мнение другого ошибочным (60,3 % в прошлом году). При этом 22 % случаев третьей проверки приходятся на технические ошибки экспертов, что намного больше, чем в прошлом году (7 %). Резкий рост процента технических ошибок (ТО) может быть обусловлен возросшим напряжением экспертов в связи с изменившимися условиями проверки – увеличением количества задач, появлением новых критериев и расширением спектра максимальных баллов.

Распределение третьих проверок по задачам и в сравнение с предыдущими годами представлено в таблице 26.

Таблица 26

Распределение третьих проверок по задачам основного экзамена

Характер задания с развернутым ответом	Доля в третьей проверке, в %		
	2020 год	2021 год	2022 год
Качественная задача (3 балла)	25	23	35
Расчётная задача (2 балла)	13%	14%	5%
Расчётная задача (2 балла)	Нет	Нет	2
Расчётная задача (3 балла)	8	12	6
Расчётная задача (3 балла)	19	26	9
Расчётная задача (3 балла)	10	8	9
Расчётная задача (3 балла)	16	10	Нет
Расчётная задача (4 балла)	Нет	Нет	12
Технические ошибки (ТО)	9	7	22

Данные таблицы показывают, что наиболее проблемными с точки зрения оценивания ожидаемо оказались качественная задача и 4-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 максимальный возможный балл.

Были зафиксированы случаи испорченных протоколов в связи с неправильным выставлением баллов за 30-ю задачу по двум критериям: критерии по невнимательности меняли местами.

Эксперты-консультанты отмечали, что в текущем году в первый день было очень много обращений за консультацией, что иногда приводило к «ляпам» самих консультантов. Эксперты неоднократно отмечали, что проверка была более напряжённой, чем в предыдущие годы. Подробный анализ затруднений при оценивании разных задач второй части работы приведён в разделе 5.

Статистически значимых проблемных ситуаций оценивания на резервных экзаменах не выявлено.

Основные выводы:

Подготовка региональной предметной комиссии и проверка экзаменационных работ по физике в 2022 году проходила преимущественно по тем же правилам, что и в 2021-м, с учетом специфики организации деятельности в сложных эпидемиологических условиях:

– отказ от очных предэкзаменационных семинаров, общение руководителей с другими членами предметной комиссии преимущественно в режиме on-line;

– создание рабочего места экспертов-консультантов в каждой аудитории, консультирование сразу по всем задачам.

В этих условиях члены РПК подтвердили свою традиционную мотивированность к работе и организованность.

Опросы членов РПК показали, что работа на проверке экзаменационных работ 2022 года была для них сложнее, чем в предыдущие годы, и на смысловом, и на организационном уровнях: увеличился объём работы, есть изменения в критериях оценивания, увеличилось количество факторов, которые надо «держать в голове» при принятии решения о выставлении баллов и заполнении протоколов оценивания. Косвенно это подтверждается существенно увеличившимся процентом технических ошибок на фоне смысловых. Ошибки оценивания допускали практически все эксперты. Увеличилось количество обращений к экспертам-консультантам.

Несмотря на объективные сложности, за счёт выстроенной системы оперативного согласования подходов к оцениванию удалось не только удержать процент третьей проверки на уровне прошлого года, но и уменьшить его.

7. АНАЛИЗ ПРИЧИН УДОВЛЕТВОРЕНИЯ АПЕЛЛЯЦИЙ

В текущем году были поданы 76 апелляций, что соответствует среднестатистическим показателям по Санкт-Петербургу за предыдущие годы (в прошлом году – 73). В общей сложности были удовлетворены 27 апелляций по баллам за развернутый ответ (21 – в прошлом году), что составляет 36 % от числа поданных апелляций и также соответствует среднестатистическим показателям.

В таблице 27 приведены статистические данные о результатах работы конфликтной комиссии по физике в 2022 году.

Таблица 27

**Количество поданных и удовлетворенных апелляций
по результатам ЕГЭ по физике в 2022 году
в сравнении с аналогичными показателями предыдущих лет**

Год	Всего апелляций	Из них удовлетворено				Из них отклонено
		всего	с повышением	без изменения	с понижением	
2014	86	11 (12,8 % от общего кол-ва)	10 (90,9 % от числа удовлетворённых)	0	1 (9,1 % от числа удовлетворённых)	75 (87,2 % от общего кол-ва)
2015	58	27 (46,6 % от общего кол-ва)	27 (100 % от числа удовлетворённых)	0	0	31 (53,4 % от общего кол-ва)
2016	40	14 (35 % от общего кол-ва)	10 (71,4 % от числа удовлетворённых)	3 (21,4 % от числа удовлетворённых)	1 (7,2 % от числа удовлетворённых)	26 (65 % от общего кол-ва)
2017	86	21 (24,4 % от общего кол-ва)	9 (42,9 % от числа удовлетворённых)	1 (4,8 % от числа удовлетворённых)	4 (19 % от числа удовлетворённых)	65 (75,6 % от общего кол-ва)
2018	49	17 (34,7 % от общего кол-ва)	10 (20,4 % от числа удовлетворённых)	3 (17,6 % от числа удовлетворённых)	3 (17,6 % от числа удовлетворённых)	32 (65,3 % от общего кол-ва)
2019	54	16 (29,6 % от общего кол-ва)	6 (37,5 % от числа удовлетворённых)	0	0	38 (70,4 % от общего кол-ва)
2020	123	26 (21 % от общего кол-ва)	19 (73 % от числа удовлетворённых)	1 (4 % от числа удовлетворённых)	1 (4 % от числа удовлетворённых)	97 (79 % от общего кол-ва)

2021	72	25 (35 % от общего кол-ва)	14 (56 % от числа удов- летворённых)	3 (12 % от числа удов- летворённых)	4 (16 % от числа удов- летворённых)	47 (65 % от общего кол-ва)
2022	76	27 (36 % от общего кол-ва)	22 (81 % от числа удов- летворённых)	0	5 (19 % от числа удов- летворённых)	49 (64 % от общего кол-ва)

Изменение баллов по итогам перепроверки заданий с развернутым ответом (за исключением одной работы) минимально. Повышение баллов, как правило, касалось работ, в которых имелась неоднозначная ситуация оценивания, которую можно было трактовать в пользу апеллянта. Понижение баллов 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. В одной работе за альтернативное решение 28-й задачи при первичной проверке были выставлены 3 балла и 0 баллов. К сожалению, при третьей проверке верное альтернативное решение тоже не было засчитано, что привело к необходимости понижения оценки за задачу на 3 балла в ходе апелляционных процедур.

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

На апелляцию были поданы 6 работ в рамках межрегиональной перекрёстной проверки. Из них 3 апелляции были отклонены, в одной работе было повышение на 1 балл, в двух работах – понижение на 1 балл.

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 2023 года.

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

8.1. Общие замечания

Экзамен по физике является абитуриентским и всегда будет ориентирован на два стандарта – для базового и углублённого уровней. Задания первой части экзаменационной работы ориентированы преимущественно на базовый уровень изучения предмета. Задания высокого уровня сложности второй части КИМ строятся на базе углублённого курса физики с учебной нагрузкой не ме-

нее пяти часов в неделю. Переход на ФГОС, оказывая влияние на структуру и содержание отдельных заданий, не меняет принципиально уровень требований, заявленный в КИМ ЕГЭ. Этот уровень продиктован тем, что подготовка абитуриентов по предмету должна быть достаточной для успешного обучения в технических вузах.

Средние показатели выполнения первой части работы и особенно результаты выполнения второй части экзаменационной работы ЕГЭ показывают, что большинство участников ЕГЭ по физике, как в Санкт-Петербурге, так и в целом по Российской Федерации, не имеют возможности полноценного изучения углублённого курса физики. 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. А именно сформированное в школе умение применять теоретические знания при решении физических задач является залогом успешного продолжения обучения в инженерно-техническом вузе. Поэтому высокие результаты на экзамене в будущем, как и сейчас, будут демонстрировать, прежде всего, выпускники, обучавшиеся физике на углублённом уровне. В этой связи считаем важным элементом региональной политики по совершенствованию естественнонаучного образования мотивирование образовательных учреждений на увеличение числа физико-математических классов с углублённым изучением физики в обычных общеобразовательных школах. Считаем перспективным также вариант создания специальных групп в классе, построение индивидуальных учебных планов для обучающихся, выбравших физику для продолжения образования. Необходимо развитие сетевых форм реализации общеобразовательных программ с использованием ресурсов лидеров физического образования, учреждений дополнительного образования детей, детских технопарков.

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

Считаем, что строгое соблюдение требований ФГОС, как в части содержания физического образования, так и в части организации обучения, является необходимым условием для подтягивания уровня подготовки «середняков». Выявляемые при анализе результатов ЕГЭ типичные ошибки и недочеты, как правило, обусловлены типичными недостатками в организации учебного процесса. К ним относятся:

- использование при обучении преимущественно репродуктивных форм и методов обучения;
- неумение целенаправленно использовать средства учебного предмета для развития обучающихся;
- неумение эффективно управлять учебной деятельностью обучающихся;
- 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 виртуальной компьютерной анимацией;

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

Очевидно, что проблемы учителя в этом направлении должны выявляться, прежде всего, на уровне школы в рамках внутришкольного контроля за качеством преподавания предмета, в том числе:

- за выполнением программ, особенно в части физического эксперимента;
- за владением учителем современными, отвечающими требованиям ФГОС педагогическими технологиями.

На уровне всего региона считаем важным дальнейшее развитие региональной системы оценки качества образования, включение в эту систему не только традиционных участников, но и открываемых новых центров непрерывного повышения педагогического мастерства.

Одной из важных причин ухудшения результатов ЕГЭ по физике текущего года считаем тот факт, что выпускники-2022 в условиях пандемии не имели возможности сдать ОГЭ за курс основной школы. Преподаванию предмета в основной школе необходимо уделять особое внимание: фундамент для формирования проверяемых КИМ ЕГЭ умений закладывается именно в основной школе и постепенно надстраивается в течение всех лет изучения физики. Повышение качества физического образования невозможно без осознания важности и ответственности работы учителя на начальном этапе изучения физики в основной школе. Поэтому важнейшая, на наш взгляд, задача для региона – развитие и совершенствование процедур итоговой аттестации за курс основной школы (ОГЭ) как средства стимулирования качества преподавания предмета на основной ступени школьного образования.

8.2. Методические рекомендации по совершенствованию учебного процесса на основе выявленных типичных затруднений и ошибок

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 с целью 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» и не востребованы при освоении последующих тем.

Также рекомендуется шире использовать интегрированные задания, охватывающие материал двух-трех тем, проверяющие умение быстро переключаться с одного элемента содержания на другой, соответствующие новым моделям заданий КИМ 2022 года.

При выполнении экзаменационной работы учащимся очень важно выдерживать временной регламент, быстро переключаться с одной темы на другую. Это еще один нюанс, который следует иметь в виду при организации системного повторения.

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

– *Необходимо включать в текущую работу с учащимися задания разных типологических групп*, классифицированных по структуре, 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 расчётных задач, которое применяется экспертами при проверке заданий с развернутым ответом и позволяет ученику получить один или два балла даже в случае, когда решение не доведено до конца. Необходимо поощрять школь-

ников 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 культуры 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:

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

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

– Несмотря на то, что на экзамене допускается решение расчётной задачи по действиям, ориентировать учеников на получение итоговой формулы для расчета искомой величины в общем виде: итоговая формула, записанная в общем виде, не только облегчает проведение числового расчета, но и дает возможность провести проверку размерности искомой величины и позволяет обнаружить возможную ошибку в решении или преобразованиях. При решении задач по действиям следует тщательно следить за соблюдением математических правил округления при получении промежуточных результатов.

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

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

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

- использования одной буквы при обозначении разных физических величин;
- необоснованного переобозначения физических величин в ходе решения задачи;

- отсутствия описания вводимых физических величин или нестандартных обозначений;
- отсутствия подстановки числовых значений в формулы при проведении расчётов;
- записи ответа без указания единиц измерения физических величин.

Очень важно, чтобы внятные и разумные правила оформления решения качественных и расчетных задач были установлены учителем в самом начале изучения предмета. Эти правила должны быть стабильными и соблюдаться неукоснительно, в конечном итоге применяться автоматически, чтобы боязнь «недоформить» 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 ее решение подразумевает не только (и не столько) формулировку правильного ответа, но и выстраивание строгой и четкой логики его обоснования. На уроках при решении качественных задач следует обязательно требовать от учеников проведения первоначально устного анализа условия задачи, выделения ключевых слов, выявления физических явлений, их закономерностей и законов, грамотного использования физических терминов. Полезно применять структурно-логические схемы, графики, рисунки и другие элементы наглядности для предварительной записи цепочки рассуждений при подготовке к устному или письменному ответу на вопрос задачи. Важно постоянно помогать учащимся после устного обсуждения задачи составлять лаконичную, но полную и обоснованную запись ее решения.

Анализ работ участников ГИА по решению качественных задач показывает, что наиболее распространенные ошибки связаны либо с пропуском части логических шагов, либо 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)?

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 проводить обсуждение полученных результатов на всех этапах проведения школьного натурного физического эксперимента.

Одним из важнейших условий успешной сдачи экзамена в письменной форме является умение грамотно выражать свои мысли, то есть владение ре-

чью. 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.

Рекомендуемое 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 2022 ГОДУ В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ**

Аналитический отчет предметной комиссии

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

Подписано в печать 07.10.2022. Формат 60x90 1/16
Гарнитура Times, Arial. Усл.печ.л. 4,37.
Тираж 100 экз. Зак. 53/11

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