

Методические рекомендации по совершенствованию преподавания учебного предмета «Физика» на основе анализа результатов ЕГЭ–2023 в Кировской области

Исупов Михаил Васильевич,

канд. пед. наук, директор

*КОГОАУ «Кировский физико-математический лицей»,
председатель региональной предметной комиссии по физике,*

Ярославцев Виктор Леонидович,

методист кафедры предметных областей

КОГОАУ ДПО «ИРО Кировской области»

В течение анализируемого периода отмечается снижение доли участников ЕГЭ по физике от общего числа участников: с 17,75% в 2021 г до 13,13% в 2023 г. По числу участников ЕГЭ среди предметов по выбору физика занимает седьмое место. Связано это с демографической ситуацией: идет сокращение обучающихся, ощущается нехватка профессиональных учителей физики, устаревание оборудования кабинетов физики. В последние годы начала ярко проявляться тенденция, когда на обучение по программам бакалавриата зачисляются по результатам, или физики, или информатики. Статистика показывает, что информатика выглядит более предпочтительнее при выборе экзамена.

Анализ статистических данных показывает, что среди участников преобладают выпускники текущего года (96,10%), по типам образовательных организаций незначительно преобладают выпускники лицеев и гимназий (34,06% от общего количества выпускников), примерно равные значения по выпускникам СОШ и СОШ с УИОП (30,94% и 30,00% соответственно). В сравнении с прошлым годом увеличился показатель по лицеям и гимназиям (рост на 2%).

Среди АТЕ наибольшее количество участников ЕГЭ по физике зарегистрировано в областном центре, г. Кирове - 283 (44,22%), при этом доля участников по сравнению с прошлым годом увеличилась (2022 год – 43,82%). Среди муниципальных образований Кировской области наибольшее количество участников ЕГЭ по физике во втором по величине городе – городе Кирово-Чепецке – 49 (7,36%). Обучающиеся из всех муниципальных образований Кировской области приняли участие в ЕГЭ. Наибольшие показатели по выбору экзамена показали муниципалитету, на территории которых активно функционируют предприятия, где востребованы инженерные специальности.

Физику как предмет по выбору для сдачи ЕГЭ традиционно преимущественно выбирают юноши, причем отмечен рост их доли среди участников динамике за 3 года. Это можно связать с тем, что по результатам ЕГЭ по физике проходит конкурс на зачисление в ВУЗы по программам бакалавриата и специалитета для получения инженерно-технического образования, которое востребовано в большей степени молодыми людьми, нежели девушками.

Динамика результатов ЕГЭ по физике в целом по Кировской области представлена в Таблице 1.

Таблица 1

№	Показатели	Результаты 2020 г.	Результаты 2021 г.	Результаты 2022 г.	Результаты 2023 г.
1.	Количество участников	1134 чел.	1003 чел.	769 чел.	671 чел.
2.	Сдали ЕГЭ	1091 чел. (96,21%)	944 чел. (94,12%)	728 чел. (94,41%)	636 чел. (94,78%)
3.	Не сдали ЕГЭ	43 чел. (3,79%)	59 чел. (5,88%)	43 чел. (5,59%)	35 чел. (5,22%)
4.	Количество участников, получивших 100 баллов	1 чел. (0,09%)	5 чел. (0,49%)	2 чел. (0,26%)	1 (0,15)
5.	Количество участников, получивших от 81 балла и выше	77 чел. (6,79%)	88 чел. (8,77%)	41 чел. (5,33%)	48 чел. (7,15%)

Анализ результатов ЕГЭ в динамике за три года показал нижеследующее. В 2022 году наблюдалось значительное падение среднего балла с 55,97 (2021 г.) до 51,03 (2022 г.), затем в 2023 году показатель вырос до 54,16 (2023 г.). Данный факт можно объяснить тем, что с некоторыми заданиями базового уровня сложности в 2022 году не справлялись даже те участники, которые набрали 81 балл и выше. Затем в 2023 году результаты пришли к среднестатистическим. Также мы предполагаем, что в 2022 году в связи с изменением политики проведения вступительных испытаний вузами (в первую очередь региональными), физику для сдачи ЕГЭ выпускники выбирали «для страховки», в то время как основные силы направляли для подготовки к экзамену по информатике и ИКТ как приоритетному испытанию. По мнению экспертов предметной комиссии и отзывам учителей физики региона, задания части 2 с развернутым ответом были наиболее сложными за период 2020- 2022 гг., например, задания 25 и 27.

В анализируемом периоде наблюдается картина уменьшения доли участников, не достигших минимального балла. Также в текущем году незначительно снизилась доля участников, продемонстрировавших высокие баллы (от 81 и выше) в сравнении с 2021 годом. Что соответствует значению изменения среднего балла.

Анализ с учетом категорий участников показал, что во всех категориях имеются участники экзамена, не достигшие минимального балла. Традиционно их больше всех среди обучающихся по программам СПО (50%) и выпускников прошлых лет (15%).

Анализ с учетом типа ОО показал следующее:

1. Наибольшая доля участников, набравших балл ниже минимального у средних общеобразовательных школ (2,19%), чуть меньше показатель у СОШ с

УИОП (1,56%), стоит отметить, что во всех типах образовательных организаций есть обучающиеся, не набравшие минимального тестового балла. В тех ОО, где организовано углубленное изучение физики результат заметно выше.

2. Доля участников экзамена, получивших от 81 до 100 баллов, наибольшая среди выпускников лицеев и гимназий (6,41%). Данный показатель стабилен в анализируемом периоде, так как в указанных типах ОО организовано углубленное изучение физики.

Максимального количество баллов (100) достиг один участник ЕГЭ по физике – выпускник прошлых лет.

Наилучшие показатели по диапазону баллов от 61 до 99 показали образовательные организации г. Слободского, г. Вятские Поляны, Советского, Вятскополянского и Тужинского районов (показатель свыше 50%). Низкие результаты по данному диапазону показали 22 муниципальных образования Кировской области (показатель 0%).

Делая вывод, можно сказать следующее, значимых изменений в результатах ЕГЭ 2023 года по сравнению с 2020 годом не наблюдается. К возможным причинам такой ситуации можно отнести стабильность используемых учебников, ежегодно проводимые курсы для учителей физики по оценочным процедурам и традиционные курсы повышения квалификации, на которые приглашаются ученые-физики и учителя-практики, различные семинары и вебинары.

Список общеобразовательных организаций, в которых 100-бальные результаты ЕГЭ по физике в 2022 году, представлен в Таблице 2.

Таблица 2

№	Наименование общеобразовательной организации	Количество 100-бальных работ
1.	КОГАУ «Центр оценки качества образования»	1

Таким образом, по основным показателям наблюдается снижение общего количества сдающих ЕГЭ по физике, увеличение количества участников, не преодолевших минимального порога и количества стобалльников.

Наиболее высокие результаты ЕГЭ по физике в 2023 году продемонстрировали выпускники следующих образовательных организаций: Кировское областное государственное общеобразовательное автономное учреждение "Кировский физико-математический лицей", Кировское областное государственное общеобразовательное бюджетное учреждение "Средняя школа с углубленным изучением отдельных предметов пгт Кильмезь", Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение "Лицей города Кирово-Чепецка Кировской области", Кировское областное государственное общеобразовательное бюджетное учреждение "Лицей № 9 г. Слободского", Кировское областное государственное общеобразовательное автономное учреждение "Вятский многопрофильный лицей".

Недостаточный уровень результатов ЕГЭ по физике показали выпускники таких общеобразовательных организаций, как: Кировское областное

государственное общеобразовательное автономное учреждение "Вятский технический лицей", Кировское областное государственное общеобразовательное автономное учреждение "Гимназия г. Уржума", Кировское областное государственное общеобразовательное автономное учреждение "Кировский кадетский корпус имени Героя Советского Союза А.Я. Опарина", муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение "Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов № 27" города Кирова, Муниципальное казенное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа "Образовательный центр" г. Зуевка Кировской области.

Анализ результатов выполнения заданий

Таблица 3

	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимального до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
1	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Кинематика вращательного движения	Б	65	16	57	94	98
2	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Зависимость силы трения от силы нормальной реакции, коэффициент трения	Б	91	35	91	100	100
3	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Механические колебания. Уравнение колебаний. Период Кинетическая (или потенциальная) энергия системы.	Б	46	16	36	74	93

	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимального до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
4	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики/ Графический метод решения задач на движение. График координаты. Определение по графику момента встречи, экстремума скорости и т.п.	П	69	19	64	90	97
5	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики / Кинематика и динамика вращательного движения. ИСЗ. Закон всемирного тяготения. Связь центростремительного ускорения, скорости и радиуса орбиты.	Б	71	32	69	78	96
6	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Понимание вида графика зависимости кинетической, потенциальной энергии, импульса и кинематических величин от времени.	Б	67	13	60	96	98
7	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Уравнение Клапейрона-Менделеева	Б	74	10	69	99	100

	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимального до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
8	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Графическое представление тепловых процессов. Удельная теплоемкость.	Б	69	3	62	98	100
9	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / КПД реального теплового двигателя. Связь работы, количества теплоты переданного нагревателем и отданного холодильником.	Б	61	0	51	97	100
10	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики / Процессы нагревания тела и изменения агрегатных состояний. Графические представления.	П	71	26	65	93	99
11	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курс физики / Графическое представление газовых процессов. Циклы. Изменение внутренней энергии. Работа газа.	Б	57	18	46	93	97
12	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Графическое представление зависимости силы тока от времени. Определение по графику электрического заряда, прошедшего в цепи при непостоянном электрическом токе.	Б	50	3	40	81	98

	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимального до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
13	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Формула силы Ампера.	Б	81	42	77	98	100
14	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Геометрическая оптика. Плоское зеркало. Изображение	Б	67	3	62	87	98
15	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики / Определение ЭДС самоиндукции, энергии магнитного поля катушки по графику зависимости силы тока от времени.	П	67	29	59	92	98
16	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики / Движение электрического заряда в магнитном поле. Радиус окружности и период вращения (Кинетическая энергия, ускорение, частота вращения).	Б	59	37	52	77	96

	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимального до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
17	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Понимание взаимных связей физических величин, используемых в Электродинамике (формула закона Ома, мощности тока, Закона Джоуля-Ленца, Силы тока, сопротивления)	Б	80	27	76	99	100
18	Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Радиоактивность. Период полураспада.	Б	67	10	60	96	100
19	Анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики. Применять при описании физических процессов и явлений величины и законы / Фотоэффект. Запирающее напряжение. Красная граница фотоэффекта. Интенсивность света. Фотоны.	Б	70	42	62	94	97
20	Правильно трактовать физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей / Разные разделы физики	Б	57	10	51	79	90
21	Использовать графическое представление информации / Разные разделы физики	П	45	3	31	85	98

	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимального до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
22	Определять показания измерительных приборов / Запись показания амперметра с погрешностью.	Б	83	19	81	98	100
23	Планировать эксперимент, отбирать оборудование / Молекулярная физика. Газовые законы	Б	77	39	72	96	98
24	Решать качественные задачи, использующие типовые учебные ситуации с явно заданными физическими моделями / Индуктивность магнитного поля. Сила Ампера. Принцип суперпозиции.	П	16	0	3	40	90
25	Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики / Механика. Кинематика равноускоренного движения.	П	38	0	21	87	99
26	Решать расчётные задачи с явно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного раздела курса физики / Волновая оптика. Дифракционная решетка. Ширина спектра.	П	11	0	1	26	78
27	Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики / Молекулярная физика. Газовые законы (два разных процесса). Первый закон термодинамики.	В	7	0	1	12	57

	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в субъекте Российской Федерации				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимального до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
28	Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики / Электростатика. Действие электрического поля на внесенные в него заряды. Динамика и кинематика равноускоренного движения.	В	9	0	1	18	79
29	Решать расчётные задачи с неявно заданной физической моделью с использованием законов и формул из одного-двух разделов курса физики / Излучение лазера импульсами с частотой повторения. КПД лазера. Количество теплоты при нагревании.	В	14	0	4	35	63
30К1	Моделирование физической ситуации. Обоснование использования физических формул. / Статика.	В	15	0	4	32	78
30К2	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. Статика. Моменты. Условия равновесия.	В	10	0	2	20	76

Проведем более детальный анализ результатов:

– самыми простыми для выпускников этого года оказались задания:

– **2 задание** (Зависимость силы трения от силы нормальной реакции, коэффициент трения) – 91% выполнения и 100% у выпускников с результатами выше 60 баллов.

– **22 задание** (Запись показания амперметра с погрешностью) – 83% выполнения. Секрет, по нашему мнению, в том, что прибор не двухпредельный, и ситуация не вызвала больших затруднений.

– **13 задание** (Формула силы Ампера) – 81% выполнения и 100% у выпускников с результатами выше 60 баллов.

– **17 задание** (Понимание взаимных связей физических величин, используемых в Электродинамике, по сути сопоставление двух сторон формул: формула закона Ома, мощности тока, Закона Джоуля-Ленца, Силы тока, сопротивления) – 80% выполнения.

Стоит отметить, что если в прошлом году ниже 50% выполнения имели 4 задания и были задания (5, 14, 16) с процентом выполнения всего 34-35%, то в этом году в базовой части было только одно задание с процентом выполнения 46%.

Самое большое затруднение вызвали следующие задания базового уровня:

3 задание (как и в прошлом году это «Механические колебания») – 46% выполнения. Это задание вызвало трудность у всех категорий выпускников (даже у высокобалльных процент выполнения самый низкий среди других задач – 93%).

12 задание (Электрический ток, определение по графику зависимости силы тока от времени электрического заряда, прошедшего в цепи при непостоянном электрическом токе) – 50% выполнения. Это задание вызвало трудность у категорий выпускников, набравших менее 60 баллов. *Считаю, что в связи с изменением величины тока, данное задание должно быть отнесено к разряду повышенного уровня сложности (данное замечание было и в прошлом году).

Также можно отметить задания, с которыми справилось чуть более половины выпускников:

11 задание (Графическое представление циклических газовых процессов. Газовые законы. Изменение внутренней энергии. Работа газа) – 57% выполнения. Это задание вызвало трудность у категорий выпускников, набравших менее 60 баллов.

16 задание (Движение электрического заряда в магнитном поле. Радиус окружности и период вращения) – 59% выполнения. Это задание также вызвало трудность у всех категорий выпускников, кроме высокобалльных.

20 задание (Задание на правильную трактовку физического смысла изученных физических величин, законов и закономерностей) – 57% выполнения. Это новое задание, в прошлом году оно было первым и имело процент выполнения 49%. Это задание также вызвало трудность у всех категорий выпускников, кроме высокобалльных.

У задания 9 (КПД реального теплового двигателя. Связь работы, количества теплоты переданного нагревателем и отданного холодильником) нулевое выполнение у группы выпускников, которые не преодолели минимальный балл, и всего 3% выполнения этой группой у заданий 8 (Графическое представление тепловых процессов. Удельная теплоемкость), 12, 14 (Геометрическая оптика. Плоское зеркало. Изображение), при этом у всех этих заданий высокий результат выполнения у выпускников с баллами выше 60.

Среди заданий повышенного уровня 1 части сложным оказалось **21-е задание** (Использование графических представлений информации на разные разделы физики) – **45%** выполнения. Это задание вызвало трудность у всех категорий выпускников, кроме высокобалльных.

С остальными задачами повышенного уровня сложности 1 части выпускники справились хорошо: задание 4 (средний балл – 69% / у не преодолевших минимум – 19%), 10 (71% / 26%), 15 (67% / 29%).

Задания повышенного уровня сложности во 2 части (24, 25, 26) традиционно вызвали затруднения у всех категорий сдававших: среди не преодолевших минимальный балл **нулевой** процент выполнения, качественное задание №24 решило 16% сдававших (в 2022 – 8%) и всего 40% в группе от 61 до 80 баллов. Задание 25 не вызвали затруднений у высокобалльных (99% в категории выше 80 баллов), но все же были трудными для других (справились всего 38% (в прошлом году – 30%). А вот задание 26 оказалось сложным для всех категорий, с ним справились всего 11% выпускников (в 2022 – 35%) и всего 75% высокобалльных.

Задания высокого уровня сложности также традиционно решались очень плохо. Самым сложным, как и в прошлом году, оказалось **задание 27** (комбинированное на. Газовые законы (два разных процесса) и термодинамику) – **7%** решения и всего 57% у высокобалльных участников. И если в прошлом году достаточно часто решающие не учитывали атмосферное давление, то в этом году наоборот, при описанной ситуации нахождения сосуда в вакууме многие учитывали атмосферное давление.

Задание 28 (Электростатика. Действие электрического поля на внесенные в него заряды. Динамика и кинематика равноускоренного движения) смогли решить только 9% (и всего 18% среди получивших от 61 до 80 баллов).

С заданием 30 (в этом году это Статика. Моменты и условие равновесия) справились только 10% сдававших, а дополнительный критерий на 1 балл освоили 15% выпускников, причем показатели по всем категориям выпускников ухудшились по сравнению с прошлым годом.

Успешно усвоенные и недостаточно усвоенные элементы содержания / освоенные умения, навыки, виды деятельности.

Хуже всего были выполнены задания, как и в 2022 году, на:

– связь циклической частоты и периода и определение по уравнению колебательного движения момента времени, когда скорость, кинетическая или потенциальная энергия колеблющегося тела принимали минимальное или максимальное значение;

– определение величины электрического заряда, протекающего в цепи, при изменении величины силы тока (графический смысл площади под графиком зависимости силы тока от времени);

Недостаточно усвоенными оказались следующие элементы содержания / освоенные умения, навыки, виды деятельности:

– графический метод решения, соотнесение графических и аналитических зависимостей физических величин (задания 8, 11, 12, 21); геометрический смысл разных графиков (угол наклона, площадь под графиком и т.п.); качественное определение характера изменения объема, давления и температуры, знака работы газа и изменения внутренней энергии; сравнение удельной теплоемкости разных процессов; графический смысл электрического заряда; понимание зависимости энергии (любой) при колебательном процессе от времени, знание отличительных черт графика энергии (удвоенная частота, положительность значений);

– движение электрического заряда в магнитном поле: динамика вращательного движения, сила Лоренца, центростремительное ускорение, радиус окружности и период вращения;

– правильная трактовка физического смысла изученных физических величин, законов и закономерностей (задание 20) – необходимо более осознанное изучение определений, законов, явлений, выделение обязательных элементов и их смысл;

– формула импульса фотона и связь импульса с энергией фотона;

– при решении простых кинематических задач нужно рассматривать несколько связанных между собой (например, одинаковая начальная точка) участков траектории – происходит путаница параметров (время берется для одного участка, а расстояние для другого);

– плохое понимание понятия ширина спектра, расстояние между спектрами разных порядков;

– путаются понятия «частота излучения» и «частота повторения импульсов»;

– решение комбинированных задач на совместное использование законов механики и электричества (задание 28);

– при решении задач на динамику и статику традиционным остается проблема правильного выбора сил: силы указываются (прикладываются) и учитываются не для тех тел, указываются не все силы (несмотря на конкретный вопрос об изображении сил, действующих на палочку, не указываются силы, не используемые при решении задачи) и т.п.;

К хорошо освоенным элементам знаний можно отнести:

– умение использовать простые формулы: силы тяжести, уравнение Клапейрона-Менделеева, силы Лоренца, закон Ома, мощность тока на участке цепи;

– использование закона изменения импульса;

- решение задач на динамику движения спутника по круговой орбите и использование закона всемирного тяготения;
- понимание понятия период полураспада (кроме учеников с низкими результатами);
- умение снимать показания приборов (амперметра) и записывать их значения с учетом погрешности (правда, в этом году амперметр был однопредельный);
- планировать эксперимент по выявлению зависимости макропараметров газа друг от друга (V от T) при изопроцессе (при подвижном поршне), отбирать оборудование.

Интересно отметить самые проблемные вопросы для выпускников с разным уровнем сдачи ЕГЭ по физике, что важно учитывать при преподавании углубленного или профильного курса физики, ведения спецкурсов и факультативов по физике.

Высокобалльные ученики, получившие на ЕГЭ от 81 до 100 баллов (включительно):

- колебания, нахождение различных величин через использование уравнения гармонических колебаний (3 задание – 93% успешности выполнения);
- изменение параметров ИСЗ при переходе с одной орбиты на другую (5 задание – 96% успешности выполнения);
- движение заряда в магнитном поле – анализ взаимосвязи радиуса, периода, кинетической энергии, ускорения и частоты частицы от ее параметров и скорости (16 задание – 96% успешности выполнения);
- правильная трактовка физического смысла изученных физических величин, законов и закономерностей (20 задание – 90% успешности выполнения).

Интересно отметить, что все вышеперечисленные задания относятся к базовому уровню, а профильные задания не вызвали особой сложности у данной категории выпускников, здесь самыми проблемными оказались задания на:

- изображение магнитного поля трех проводников и силы их взаимодействия (24 задание – 90% успешности выполнения);
- расчет расстояния между спектрами разных порядков дифракционной решетки (26 задание – 78% выполнения – НЕОЖИДАННО);

Среди задач углубленного уровня самыми проблемными оказались следующие задания:

- задание 27 на газовые процессы и применение первого закона термодинамики, сложность здесь вызвало отсутствие атмосферного давления (нестандартная ситуация), наличие трения (переход от одного процесса к другому) (57% выполнения);

- задание 29 на импульсное излучение лазера, здесь многие не сообразили, что понимается под потребленной энергией и полезной энергией, если брать стандартное представление о КПД (63% выполнения);
- с остальными заданиями углубленного уровня сложности не справилось менее четверти выпускников, что можно считать вполне нормальным.

Приведем типичные ошибки при выполнении этих заданий и анализ возможных причин получения выявленных типичных ошибочных ответов и путей их устранения в ходе обучения школьников предмету в регионе.

Сложности, с которыми столкнулись писавшие вариант 310.

- Задание 1 (48%). Задание на кинематику движения по окружности (связь центростремительного ускорения с угловой скоростью). Вероятно, основная проблема незнания формулы или непонимания различия линейной скорости и угловой.

- Задание 3 (40%) – Задания на определение минимума кинетической энергии по уравнению колебательного движения.

- Задание 12 (48%). Задание на определение величины электрического заряда, протекающего в цепи, при изменении величины силы тока. Нужно знать графический смысл площади под графиком зависимости силы тока от времени. Здесь очень большое количество разных ответов и соответственно разных ошибочных решений, в том числе: 1) произведение максимального тока на все время, 2) это же, но деленное пополам, 3) не замечено, что ток дан в мА, поэтому поделено на 1000, 4) взята формула с делением силы тока на время, а также просто неверные расчеты площади. Но еще в прошлом году отмечалось, что данная тема не относится к базовым вопросам, в программе (и кодификаторе) рассматривается только связь заряда и силы тока, только в случае постоянного тока. Но результативность с прошлого года выросла.

- Задание 18 (55%). Задание на радиоактивность. Плохое понимание понятия период полураспада, а также путаница в понятиях распавшиеся и нераспавшиеся частица при использовании закона радиоактивного распада.

- Задание 16 (57%). Задание на кинематику и динамику движения заряженной частицы в магнитном поле.

- Задания 11 (57%), 12 (48%), 21 (40%) – задания на графический метод решения, соотнесение графических и аналитических зависимостей физических величин, на установление соответствия между предложенными графиками и зависимостью величин от времени. Этот тип задач традиционно вызывает сложности, так как учащиеся плохо умеют понимать графики, анализировать их, определять вид функции, соотносить график с известными физическими закономерностями. Вероятно, решающие путали прямую пропорциональность с обратной, а также не видели разницы между прямой пропорциональностью и линейной функцией с ненулевым первоначальным значением. В то же время были и усложняющие факторы, например, направление процессов в цикле против часовой стрелки (обычно рассматривается другое направление).

Задания части 2.

– Задание 24 (9%). Качественная задача на суперпозицию трех магнитных полей и силу Ампера. Здесь и плохое понимание необходимых правил (правило буравчика, правило левой руки) и неумение строить вектор магнитной индукции в нужных точках (часто векторы рисуют во всех трех точках, где располагаются проводники, или в абстрактной точке, что потом не позволяет сделать правильный вывод о направлении силы Ампера.

– Задание 25 (31%) Задание на кинематику равноускоренного движения. Простое задание. К ошибкам часто приводило непонимание наличие в условии задачи двух разных участков пути.

– Задание 26 (11%) Задание на формулу максимума дифракционной решетки. Простое задание. К ошибкам часто приводило непонимание самого понятия «ширина спектра». Так же многих путало наличие в условии линзы, они пытались нарисовать рисунок (которого, кстати, в официальном решении нет), что приводило к неверной схеме и неправильному решению.

– Задание 27 (5%) Задание на газовые процессы и применение первого закона термодинамики к ним. Сложность вызывало наличие силы трения и соответственно смена одного процесса другим, а также элементарное незнание формул и неумение их применять.

– Задание 28 (10%) Задание на динамику и кинематику равноускоренного движения заряженной частицы в электрическом поле. Нужно было рассматривать движение по двум осям (направлениям), что вызывало затруднение.

– Задание 29 (10%) Задание на импульсное излучение лазера. Затруднение вызывал импульсный характер излучения, а соответственно путаница понятий частота импульсов и частота излучения. Но большая часть проблем связана с неверным толкованием понятия КПД, вопреки явно заданному условию.

– Задание 30 критерий 1 (10%) Не указывались критерии записи условия равновесия и третий закон Ньютона. Обычно писали только модель твердого тела и ИСО, чего недостаточно, по критериям проверки.

– Задание 30 критерий 2 (9%) Задание на статику. Было много ошибок по рисунку (дополнительное требование к заданию): указывались не ВСЕ силы, указывались силы, не относящиеся к палочке, ошибки в точке приложения силы (сила Архимеда там же где и сила тяжести). Ошибки в записи условия равновесия: неверный расчет моментов, ошибки в расчете плечей или непонимание понятия плеча. Попытки решить задачу без использования моментов, только через равновесие сил.

Анализ метапредметных результатов обучения, повлиявших на выполнение заданий КИМ

Рассмотрим метапредметные результаты, которые могли повлиять на выполнение заданий КИМ.

Согласно ФГОС СОО, должны быть достигнуты не только предметные, но и метапредметные результаты обучения, в том числе:

- владение навыками познавательной, учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способность и готовность к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;

- готовность и способность к самостоятельной информационно-познавательной деятельности, умение ориентироваться в различных источниках информации, критически оценивать и интерпретировать информацию, получаемую из различных источников;

- владение языковыми средствами - умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства;

- владение навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований, границ своего знания и незнания, новых познавательных задач и средств их достижения.

Достижение этих результатов влияет и на успешность освоения программы по физике и на выполнение многих заданий ЕГЭ.

Рассмотрим задания, на успешность выполнения которых могла повлиять слабая сформированность метапредметных умений, навыков, способов деятельности. Рассмотрим типичные ошибки при выполнении заданий КИМ, обусловленные слабой сформированностью метапредметных результатов.

- Важными являются задания с использованием соотнесения графических и аналитических зависимостей физических величин (задания 2, 4, 6, 10, 11, 12, 15, 21), то есть использование разных методов получения информации и их совмещение.

- Ученики плохо показывают умение ориентироваться в различных источниках информации – плохо сформированы метапредметные умения по использованию графической информации, табличного представления данных (23).

- Задания на графический метод решения, понимание геометрического смысла площади под графиком и угла наклона графика (задания 4, 8, 10, 12, 15). А количество графических задач в КИМах растет.

- Очень низкое качество работы с текстовыми источниками информации, при этом не все вопросы задания рассматриваются (особенно, если в задании несколько вопросов – задание 24 и 30) и не весь текст задачи берется во внимание:

- находилось направление силы Ампера через взаимодействие двух проводников и опыт Ампера, но не рассматривались линии индукции магнитного поля (хотя это требовалось);

- считали, что изменение скорости и время разгона дано для одного участка, длину которого и находили;
- не читали, что вся система находится в вакууме и учитывали атмосферное давление на поршень (задание 27);
- не обращалось внимание на ориентацию системы в пространстве (явно задано в тексте задачи): в задании 28 брали горизонтально расположенные пластины и решение сильно упрощалось, а в задании 27 считали сосуд вертикально расположенным и в этом случае без массы поршня задачу правильно решить было невозможно;
- в задании 29 явно указано, что понимается под КПД лазера, но выпускники использовали свои неверные трактовки КПД;
- в задании 30 нужно было указать ВСЕ силы, действующие на палочку, но многие рисовали, только силы, которые они используют в решении.
 - Решение качественного задания и обоснования использования формул в задании 30 показывает, что выпускники плохо владеют письменной речью, языковыми средствами - умение ясно, логично и точно излагать свою точку зрения, использовать адекватные языковые средства. Не полные ответы, не достаточно логичные обоснования.

Выводы об итогах анализа выполнения заданий, групп заданий:

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

- умение использовать при решении простые формулы: силы трения, силы тяжести, количества теплоты при нагревании тела, уравнение Клапейрона-Менделеева, силы Лоренца, силы Ампера, закон Ома, мощность тока на участке цепи, уравнение Эйнштейна для фотоэффекта;
- решение задач на динамику движения спутника по круговой орбите и использование закона всемирного тяготения;
- решение задач на построение изображения в плоском зеркале;
- понимание понятия период полураспада (кроме учеников с низкими результатами);
- умение снимать показания приборов (амперметра) и записывать их значения с учетом погрешности (правда, в этом году амперметр был однопредельный);
- планировать эксперимент по выявлению зависимости макропараметров газа друг от друга (V от T) при изопроцессе (при подвижном поршне), отбирать оборудование.

Перечень элементов содержания / умений и видов деятельности, усвоение которых всеми школьниками региона в целом, школьниками с разным уровнем подготовки нельзя считать достаточным.

- связь циклической частоты и периода, определение по уравнению колебательного движения момента времени, когда скорость, кинетическая или потенциальная энергия колеблющегося тела принимали минимальное или максимальное значение;
- определение величины электрического заряда, протекающего в цепи, при изменении величины силы тока (графический смысл площади под графиком зависимости силы тока от времени);
- движение электрического заряда в магнитном поле: динамика вращательного движения, сила Лоренца, центростремительное ускорение, радиус окружности и период вращения;
- движение электрического заряда в электрическом поле: кинематика и динамика движения заряда под действием нескольких сил в пространстве (по двум осям);
- формула импульса фотона и связь импульса фотона с его энергией;
- понятие периода полураспада;
- нужно проверять правильность трактовок физического смысла изученных физических величин, законов и закономерностей (задание 20) – необходимо более осознанное изучение определений, законов, явлений, выделение обязательных элементов и их смысл;
- плохо умеют использовать графический метод решения, соотнесение графических и аналитических зависимостей физических величин (задания 8, 11, 12, 21); плохо понимают геометрический смысл разных графиков (угол наклона, площадь под графиком и т.п.); качественное определение характера изменения объема, давления и температуры, знака работы газа и изменения внутренней энергии; сравнение удельной теплоемкости разных процессов; графический смысл электрического заряда; понимание зависимости энергии (любой) при колебательном процессе от времени, знание отличительных черт графика энергии (удвоенная частота, положительность значений);
- плохое понимание понятия ширина спектра, расстояние между спектрами разных порядков;
- путаются понятия «частота излучения» и «частота повторения импульсов»;
- при решении задач на динамику и статику традиционным остается проблема правильного выбора сил: силы указываются (прикладываются) и учитываются не для тех тел, указываются не все силы (несмотря на конкретный вопрос об изображении сил, действующих на палочку, не указываются силы, не используемые при решении задачи) и т.п.;

Выводы об изменении успешности выполнения заданий разных лет по одной теме / проверяемому умению, виду деятельности (если это возможно сделать).

По ряду задач с повторяющимися темами с прошлого года можно отметить улучшения: задания на колебания, на КПД цикла, на определение заряда при

изменяющемся токе, на фотоэффект, запись результата измерения с погрешностью. В то же время стоит отметить, что многие эти задачи еще относятся к наиболее сложным в решении, хотя относятся к базовому уровню.

Остаются сложными для решения задачи на графическое представление данных и графические методы решения, при этом количество таких задач каждый год растет (в этом году 9 задач из 30 связаны с графиками).

Также многие темы, которые вызывали сложности у выпускников, в этом году отсутствуют: ЭМ колебания, колебания пружинного или математического маятника, сила упругости, постоянный электрический ток, конденсаторы, напряжение, КПД и мощность источника тока, конденсаторы, МКТ, влажность воздуха, излучение (гипотеза Планка), построение изображений в линзах, формула тонкой линзы.

Выводы о существенности вклада содержательных изменений (при наличии изменений) КИМ, использовавшихся в регионе в 2023 году, относительно КИМ прошлых лет.

– Задания 20 и 21, появившиеся в 2022 году, достаточно интересны и не являются сильно сложными для решения, хотя вызывают понятные сложности.

– Много вопросов вызвал появившийся в 2022 году критерий 30.1. Нужный критерий. Необходимо, чтобы ученики учились моделировать, обосновывать запись выбранных формул и законов. Но здесь слишком много параметров оценивалось всего в 1 балл: необходимо было указание на ИСО, на использование модели абсолютно твердого тела, объяснения записи условия равновесия. Считаем, что можно оценивать критерий не настолько строго, допустить на 1 балл указание, например, 2-х факторов из 3-х. Очень немногие указывают все правильно. И часто это не из-за незнания физики.

Выводы о связи динамики результатов проведения ЕГЭ с использованием рекомендаций для системы образования субъекта Российской Федерации, включенных с статистико-аналитический отчет результатов ЕГЭ по учебному предмету в 2022 году.

О динамике результатов и влиянии отчета 2022 года говорить сложно, так большинство тем, которые вызвали затруднения в прошлом году, не были представлены в КИМах этого года, а некоторые задания были упрощены, например, замена двухпредельного амперметра однопредельным, замена задачи по геометрической оптике задачей с плоским зеркалом.

Выводы о связи динамики результатов проведения ЕГЭ с проведенными мероприятиями, предложенными для включения в дорожную карту в 2022 году

Улучшение количественных характеристик результатов экзамена свидетельствует о том, что профессионально-педагогическим сообществом региона использовались рекомендации для системы образования Кировской области, указанные в статистико-аналитическом отчете 2022 года.

Рекомендации по совершенствованию организации и методики преподавания предмета в субъекте Российской Федерации на основе выявленных типичных затруднений и ошибок

...по совершенствованию преподавания учебного предмета всем обучающимся:

- уделить должное внимание выполнению лабораторных работ, проведению демонстраций, в ходе которых обучающиеся смогут сформировать умения объяснять физические явления, интерпретировать результаты опытов, представлять их в виде таблиц или графиков,

- избегать практики бессистемного «прорешивания» типовых заданий, опубликованных в сборниках для подготовки к ЕГЭ по физике,

- усилить математическую подготовку выпускников,

- использовать различные методы представления информации в задаче.

Учить получать данные из различных источников информации: читать тексты задания и понимать смысл не только числовых данных, но и текстовой информации, развивать навыки получения данных из графиков, диаграмм, таблиц и других источников,

- при изучении раздела «Динамика» уделять серьезное внимание понятию «Сила», отрабатывать изображение сил, приложенных к разным телам, в случае системы взаимодействующих тел или тел, движущихся в связке, силы рекомендуется рисовать все, а не только те, которые учитываются при решении задачи, в случае динамических задач рекомендуется силы прикладывать к центру масс тела (как к материальной точке),

- при изучении влажности воздуха уделять внимание таким понятиям как сухой воздух и влажный воздух (как смесь газов), парциальное давление пара (насыщенного и ненасыщенного), в том числе при 100 градусах Цельсия,

- при изучении темы «Постоянный электрический ток» уделять внимание определению напряжения на источнике тока, а также мощности, выделяющейся на различных участках цепи, в том числе и на внутреннем сопротивлении источника.

Подготовка к ЕГЭ требует следующего методического обеспечения:

- определения перечня необходимых знаний и умений по каждому разделу, входящему в Спецификацию КИМ;

- подготовки специальных дидактических материалов и материально-технического обеспечения (лабораторное и демонстрационное оборудование);

- диагностики и выявления на основе нее уровня физической грамотности выпускников;

- планирования проведения тренинговых занятий и тренировочных экзаменов диагностического характера;

- выявления типологии пробелов в знаниях и умениях учащихся;

- разработки индивидуальной корректирующей методики с учетом уровня подготовки и выявленных пробелов;
- мониторинга достижений учащихся в процессе подготовки и анализа его результатов;
- информирование родителей об уровне подготовки учащихся, его динамике.

Учителям-предметникам рекомендовано в рамках работы муниципальных методических объединений проводить семинары:

«Оптимизация содержания физического образования при составлении рабочих программ по физике». Необходимость этого продиктована «перекосом» в сторону изучения раздела «Механика» и недостаточным вниманием к материалу раздела «Квантовая физика». На региональном уровне необходимо проведение семинара по теме «Метод исследования ключевых ситуаций при решении физических задач».

Учителям, методическим объединениям учителей.

На низком уровне остаются результаты решения качественных задач, требующих построения развернутого ответа с указанием на изученные физические явления и законы. Поэтому рекомендуется активнее включать в учебный процесс на различных этапах обучения (и этапах урока) использование качественных задач. Качественные вопросы для мотивации и актуализации знаний, решение качественных задач при повторении и обобщении изученного материала. И рассматривать не ответ сам по себе, а объяснения. Учим выделять явления.

Рекомендуется использовать различные методы представления информации в задаче. Учить получать данные из различных источников информации: более внимательно читать тексты задания и понимать смысл не только числовых данных, но и текстовой информации. Развивать навыки получения данных из графиков, диаграмм, таблиц и других источников.

Чаще использовать графическое представление разнообразных зависимостей физических величин. Ученики должны хорошо представлять различные физические зависимости и сопоставлять с ними графики функций, читать графики и уметь их анализировать. Учить графическим методам решения задач (нахождение пути и перемещения, электрического заряда и т.п.).

Более подробно и осознано рассматривать движение электрического заряда в магнитном поле, движение электрического заряда в электрическом поле (кинематика и динамика движения заряда под действием нескольких сил в пространстве по двум осям).

Нужно отрабатывать не просто дословные формулировки, а правильность трактовки физического смысла изученных физических величин, законов и закономерностей – необходимо более осознанное изучение определений, законов, явлений, выделение обязательных элементов и осознание их смысла;

При изучении разделов «Динамика» и «Статика» уделять серьезное внимание понятию «Сила». Отрабатывать изображение сил, приложенных к разным телам, в случае системы взаимодействующих тел или тел, движущихся в

связке. Силы рекомендуется рисовать все, а не только те, которые учитываются при решении задачи. В случае динамических задач рекомендуется силы прикладывать к центру масс тела (как к материальной точке).

Не использовать при решении выведенные формулы, которые не включены в Кодификатор.

Муниципальным органам управления образованием

Предусмотреть выделение финансовых средств для закупки средств обучения и оборудования для кабинетов физики в соответствии с требованиями к оснащению кабинетов.

...по организации дифференцированного обучения школьников с разными уровнями предметной подготовки

Учителям, методическим объединениям учителей.

Для учащихся с низким уровнем подготовки необходимо увеличить внимание при подготовке к таким темам как Кинематика вращательного движения, Использование принципа суперпозиции при нахождении равнодействующей нескольких сил, магнитного поля нескольких проводников с током, электрического поля нескольких зарядов и т.п., Изменение параметров системы (отклонение, скорость, ускорение, кинетическая и потенциальная энергии) при гармонических колебаниях (достижение максимума и минимума), в том числе через уравнение колебательного движения, Понятие удельной теплоемкости, Использование первого закона термодинамики, особенно в случае отрицательных значений изменения внутренней энергии, работы газа или количества теплоты, КПД теплового двигателя, Действие электрического поля на заряженные частицы, Построение изображений в линзах и зеркалах, Период полураспада, Энергия и импульс фотона.

Важно изучать графические методы нахождения разных физических величин.

Важно учить формулы и определения, но нужно также отрабатывать не просто правильность трактовок, а физический смысл изученных физических величин, законов и закономерностей – необходимо более осознанное изучение определений, законов, явлений, выделение обязательных элементов и осознание их смысла.

Необходимо взаимодействовать с учителями математики и предметов естественнонаучного цикла для решения задач, в которых требуется применять универсальные действия и умения при решении. Также необходимо организовать постоянно действующий семинар для учителей физики, на котором рассматриваются задания по каждому содержательному разделу, которые вызывают наибольшие затруднения у обучающихся.

Рекомендации по темам для обсуждения / обмена опытом на методических объединениях учителей-предметников.

Важно включать в программы курсов и методических семинаров вопросы влияния метапредметных знаний при изучении физики и решения задач. Нужны хорошие примеры из реальной практики по обучению обучающихся на уроках физики метапредметным знаниям, вопросам функциональной грамотности.

Рекомендации по возможным направлениям повышения квалификации работников образования для включения в региональную дорожную карту по развитию региональной системы образования.

Включить в план курсовой подготовки КОГОАУ ДПО «ИРО Кировской области» курсы для учителей-предметников с непрофильным образованием, преподающих в школах физику.

Мероприятия, запланированные для включения в ДОРОЖНУЮ КАРТУ по развитию региональной системы образования

Таблица 4

№ п/п	Дата (месяц)	Мероприятие (указать формат, тему и организацию, которая планирует проведение мероприятия)
1	Ноябрь 2023 г.	V всероссийская научно-практическая конференция «Настоящее и будущее физико-математического образования» КОГОАУ «Кировский физико-математический лицей» г. Киров
2	Февраль 2024 года	Курсы по подготовке председателей и членов предметных комиссий по проведению государственной итоговой аттестации по образовательным программам основного и среднего общего образования – КОГОАУ ДПО «Институт развития образования Кировской области» (ПК по физике)
3	Февраль 2024 г.	Курсы повышения квалификации «Повышение качества Образовательных результатов по физике на основе анализа оценочных процедур» – КОГОАУ ДПО «Институт развития образования Кировской области»
4	Февраль 2024 г.	Мастер-классы учителей физики в рамках курсов повышения квалификации «Особенности выполнения заданий ГИА-9, ГИА-11 по физике» – КОГОАУ ДПО «Институт развития образования Кировской области» по теме «Механические и электромагнитные колебания».
5	В течение 2023-2024 уч. года	Семинары «Особенности подготовки выпускников к ГИА-11 по физике» – КОГОАУ ДПО «Институт развития образования Кировской области» совместно с издательствами, разработчиками КИМ (по согласованию)
6	В течение 2023-2024 уч. года	Адресные консультации для учителей физики общеобразовательных организаций Кировской области по вопросам подготовки выпускников к ГИА по физике (электромагнитная индукция, геометрическая оптика)
7	Февраль – июнь 2023-2024 уч. года	Всероссийский педагогический конкурс «Предметно-методическая олимпиада работников образовательных организаций» (по учебному предмету «Физика») – КОГОАУ ДПО «Институт развития образования Кировской области» (дистанционно)

8	Август 2024 г.	Подготовка ежегодных аналитических материалов по результатам ЕГЭ-2024 в Кировской области по физике – КОГОАУ ДПО «Институт развития образования Кировской области»
---	----------------	--