

Методические рекомендации по совершенствованию преподавания учебного предмета «Физика» на основе анализа результатов ЕГЭ - 2021 в Кировской области

Исунов Михаил Васильевич,

канд. пед. наук, директор

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

Пивоваров Александр Анатольевич,

канд. пед. наук, доцент кафедры предметных областей

КОГОАУ ДПО «ИРО Кировской области»

В Кировской области в рамках государственной итоговой аттестации в 2021 г. предмет «Физика» в качестве экзамена по выбору сдавали 1003 участника. Большинство из них были выпускниками общеобразовательных организаций: 376 чел. из государственных и 590 – из муниципальных общеобразовательных организаций, включая вечерние школы; 32 чел. – выпускники прошлых лет; 5 чел. – из учреждений среднего профессионального образования, 2 выпускника – из негосударственных общеобразовательных организаций. Средний балл в 2021 году составил 55,97, что соответствует среднероссийскому показателю.

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

Таблица 1

№	Показатели	Результаты 2019 г.	Результаты 2020 г.	Результаты 2021 г.
1.	Количество участников	1217 чел.	1134 чел.	1003 чел.
2.	Сдали ЕГЭ	1169 чел. (96%)	1091 чел. (96,21%)	944 чел. (94,12%)
3.	Не сдали ЕГЭ	48 чел. (3,94%)	43 чел. (3,79%)	59 чел. (5,88%)
4.	Количество участников, получивших 100 баллов	4 чел. (0,33%)	1 чел. (0,09%)	5 чел. (0,49%)
5.	Количество участников, получивших от 81 балла и выше	114 чел. (9,37%)	77 чел. (6,79%)	88 чел. (8,77%)

На основе приведенных в таблице данных: отмечается, что за последние три года общее количество участников ЕГЭ по физике имеет устойчивую тенденцию к сокращению. От 1217 чел. в 2019 г. до 1003 чел. в 2021 г. Такое же сокращение отмечается и в гендерном соотношении. По отношению к числу юношей, девушек становится всё меньше: от 20,46% в 2019 г. до 17,95% в 2021 г.

По видам образовательных организаций среди участников ЕГЭ, на первом месте – выпускники общеобразовательных организаций текущего года: 965 участников.

Наибольшее количество участников, выбирающих ЕГЭ о физике, составляет из городских школ (582 чел.). Из сельской местности только в Кирово-Чепецком, Уржумском, Зуевском, Кильмезском, Советском, Яранском районах, число участников ЕГЭ составили 20 и более человек.

Количество участников, которые сдали ЕГЭ по физике, составило 944 чел. (94,12%). Не справились с экзаменом 59 чел. (5,88%). В 2021 году 5 участников ЕГЭ по физике выполнил задания на максимальный балл и получил 100 баллов.

Список общеобразовательных организаций, в которых 100-бальные результаты ЕГЭ по физике в 2021 году, представлен в Таблице 2.

Таблица 2

№	Наименование общеобразовательной организации	Количество 100-бальных работ
1.	КОГОАУ «Кировский физико-математический лицей»	3
2.	КОГАУ «Центр оценки качества образования»	1
3.	МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 14» города Кирова	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 2021 году продемонстрировали выпускники следующих образовательных организаций: КОГОАУ «Кировский физико-математический лицей», КОГОАУ «Вятская гуманитарная гимназия с углубленным изучением английского языка», МОАУ «Лицей № 21» города Кирова, МБОУ «Лицей города Кирово-Чепецка Кировской области», МБОУ «Средняя общеобразовательная школа с углубленным изучением отдельных предметов № 74» города Кирова, КОГОАУ «Лицей естественных наук».

Недостаточный уровень результатов ЕГЭ по физике показали выпускники таких общеобразовательных организаций, как: МКОУ «Средняя общеобразовательная школа № 6 города Кирово-Чепецка Кировской области», МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 59 города Кирова», МБОУ «Средняя общеобразовательная школа № 70» города Кирова.

Примечание: в данный перечень вошли те общеобразовательные организации, где количество сдающих было достаточным, чтобы вести статистическую обработку. Таким образом, в список не попали общеобразовательные организации, где количество сдающих было 1-2 человека.

Анализ результатов выполнения заданий

Таблица 3

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Кировской области				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от мин. до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
В1	Определение модуля ускорения по графику зависимости проекции скорости от времени, равноускоренное движение	Б	83,45	32,20	80,74	97,06	100,00
В2	Кинематика движения по окружности	Б	72,78	8,47	66,67	96,22	95,45
В3	Потенциальная и кинетической энергии тела. Закон сохранения энергии	Б	88,43	38,98	87,38	99,16	100,00
В4	Рычаг. Условие равновесия. Моменты сил.	Б	73,48	23,73	67,31	93,28	96,59
В5	Интерпретация табличных значений. Определение зависимости силы трения от угла наклона поверхности	П	56,58	32,20	51,78	63,87	86,93
В6	Сила Архимеда. Плавание тел. Определение характера изменений массы вытесненной жидкости и глубины погружения	Б	65,15	38,98	61,17	73,53	88,07
В7	Работа с графиками. Соотнесение графика и физической величины.	Б	56,23	19,49	45,23	78,99	96,59
В8	Уравнение состояния идеального газа. Уравнение Менделеева-Клапейрона.	Б	72,88	16,95	65,37	96,22	100,00
В9	КПД реального теплового двигателя	Б	78,66	27,12	74,92	94,96	95,45
В10	Относительная влажность воздуха.	Б	50,05	16,95	42,56	65,13	84,09

B11	Интерпретация графика зависимости давления от объема. Определение по графику характера изменения плотности, среднеквадратичной скорости и абсолютной температуры	П	75,62	38,14	69,42	92,23	99,43
B12	Интерпретация графика зависимости температуры от переданного количества теплоты. Нахождение соответствия между формулами и названиями физических величин.	Б	75,97	15,28	70,63	96,22	99,43
B13	Движение заряженных частиц в магнитном поле.	Б	69,09	6,78	61,17	94,54	97,73
B14	Применение закона Кулона.	Б	54,24	1,69	40,29	87,82	96,59
B15	Геометрическая оптика. Использование формулы тонкой линзы	Б	72,58	18,64	67,48	91,18	94,32
B16	Электромагнитная индукция. Магнитное поле. Магнитный поток. Интерпретация графика зависимости магнитной индукции от времени. Определение характера изменения ЭДС индукции.	П	69,39	37,29	60,84	88,87	98,30
B17	Движение заряженных частиц в магнитном поле. Характер изменения кинетической энергии и периода обращения при изменении радиуса вращения.	Б	47,91	19,49	38,43	63,24	92,05
B18	Электрический ток. Закон Ома. Мощность тока.	Б	45,46	18,64	36,49	60,29	86,36
B19	Ядерные реакции. Нуклонная модель ядра.	Б	53,74	3,39	46,12	72,69	89,77
B20	Фотоны. Связь импульса фотонов и частоты света	Б	68,99	23,73	63,11	86,55	93,18

B21	Фотоэффект. Экспериментальная установка, определение результата опыта. Изменение длины волны и кинетической энергии фотоэлектронов при применении светофильтров	Б	59,27	25,42	49,11	80,04	97,16
B22	Измерения физических величин. Измерение напряжения с учетом погрешности	Б	70,49	16,95	65,37	88,66	93,18
B23	Определение нужной для данного исследования экспериментальной установки. Электромагнитные колебания.	Б	77,47	22,03	72,33	96,64	98,86
B24	Астрофизика. Диаграмма Герцшпрунга-Рассела. Определение времени жизни, средней плотности, светимости, температуры поверхности.	Б	61,37	27,12	56,88	72,69	85,23
B25	Уравнение теплового баланса. Формулы расчета количества теплоты при нагревании (охлаждении) <i>(расчетная задача)</i>	П	32,00	0,00	14,89	64,71	85,23
B26	Волновая оптика. Применение формулы дифракционной решетки <i>(расчетная задача)</i>	П	43,67	3,39	28,16	75,21	94,32
C1	Механика – электродинамика (качественная задача) / движение заряженной частицы в магнитном и электрическом поле	П	24,19	0,00	5,34	52,94	95,08
C2	Механика. Кинематика равноускоренного движения (расчётная задача)	П	49,25	0,00	32,52	87,39	96,59
C3	Механика (расчётная задача) / применение условия равновесия через силы, моменты	В	18,71	0,00	2,64	38,38	90,91

C4	Молекулярная физика (расчётная задача) / Расчет влажности, использование газовых законов для изопроцессов	В	6,18	0,00	0,49	8,68	43,56
C5	Электродинамика (расчётная задача) мощность тока, работа с графиками	В	34,86	0,56	15,59	71,15	95,08
C6	Электродинамика, квантовая физика (расчётная задача) / давление света, энергия фотона	В	6,31	0,00	0,27	5,88	54,17

Выпускники показали хорошие знания по следующим темам: кинематика равноускоренного движения и движения по окружности, энергетический подход к решению задач, условие равновесия, уравнение состояния идеального газа, работа и КПД реального двигателя, МКТ, количество теплоты, геометрическая оптика (тонкие линзы). Усвоение данных тем всеми школьниками региона в целом можно считать достаточным.

Также хорошо ребята справились с заданиями на чтение графиков равноускоренного движения, на запись результата измерения с погрешностью и определение нужной для данного исследования экспериментальной установки.

Задачи №11 и №16, имеющие профильный уровень сложности, не вызвали особых трудностей у большинства учащихся (справились 76% и 59% выпускников). Однако многие задачи базового уровня вызвали затруднения.

В то же время усвоение следующих тем и видов деятельности в целом нельзя считать достаточным, например: движение заряженной частицы в магнитном поле и определение мощности (сторонних сил), решение заданий на применение уравнения теплового баланса и теплоемкости тела, а также расчет количества наблюдаемых максимумов дифракционной решетки.

К достаточно невысокому уровню освоения можно отнести и задания на влажность и давление водяного пара, на ядерные реакции и модель ядра, взаимодействие заряженных тел и изменение взаимодействия при соприкосновении тел, фотоэффект и влияние (вклад) светофильтра на процесс. Не очень хорошо получается работать с табличными данными (задание №5) и с графиками неизвестных закономерностей (у которых не были подписаны координатные оси).

В этом году выпускники справились значительно лучше со следующими заданиями:

– с заданием №1 на работу с графиком, равноускоренное движение, определение проекции ускорения по графику зависимости проекции скорости от

времени – 84% справившихся (в 2020 г. – 74%), при чем в каждой категории учеников по уровню полученных результатов;

– с заданием №3 на энергетический подход к решению (закон сохранения энергии) – 88% (78% – в 2020 г.).

Значительно лучше в этом году участники экзамена справились с заданием №24 по астрофизике (результат повысился с 46% выполнения до 61%), но в этом году задание было по физике звезд, а в прошлом на тему «Астероиды. Элементы орбиты. Вторая космическая скорость».

Примерно такие же результаты, как в прошлом году получили: задание №9 на тему «Работа и КПД реального теплового двигателя», задание на геометрическую оптику, применение формулы тонкой линзы, задание №25 на уравнение теплового баланса.

Задание №22 на измерения физических величин (измерение напряжения) с учетом погрешности было выполнено в этом году в целом неплохо (71% справившихся), однако во всех категориях выпускников успешность решения снизилась на 1–3%.

При этом следует отметить, что задания на темы, которые в КИМ 2020 года вызвали самые большие затруднения у выпускников, не вошли в КИМ 2021 года: колебания, кинетическая энергия колеблющегося тела; закон Ома, последовательное и параллельное соединение проводников; принцип суперпозиции магнитных полей, вектор индукции магнитного поля, правило правого буравчика, правило Ленца; изменение агрегатных состояний вещества. Наоборот, задания вызвавшие затруднения в этом году, в большинстве своем отсутствовали в КИМ прошлого года. Поэтому большинство проблем прошлого года не повторились.

В методических рекомендациях ранее был пункт о необходимости знакомить учащихся с методами измерения и особенностями подсчета погрешностей. Результативность по данному умению увеличилась.

Как следует из таблицы №3, в первой части хуже всего выпускники справились с заданием №25 (32% справившихся, при этом много не справившихся в любой группе по результатам, это единственная задача, с которой не справился не один выпускник среди не преодолевших минимальный балл). Это, казалось бы, простая задача на уравнение теплового баланса. Однако она имеет одну особенность: в данных вместо привычной для учеников удельной теплоемкости вещества была дана просто теплоемкость тела (бутылки).

Далее сложным (43% выполнения) оказалось (особенно для учеников с результатом менее 60%) задание №26. Это задание на дифракционную решетку. При достаточно простой формуле выпускники не смогли сообразить, как найти количество дифракционных максимумов, которые можно наблюдать.

Далее по сложности (45% выполнения) оказалось (для всех групп) задание №18. Это задание на определение мощности тока. В ряде вариантов был ключ в разных положениях, что могло смутить и привести к ошибкам, но главная сложность – определение мощности сторонних сил (вероятно, многие просто не поняли, как это находить) или в других вариантах – мощность, выделившуюся на внутреннем сопротивлении.

Также сложным (особенно для выпускников с низкими результатами) оказалось задание №14 (54% справились и всего 2% среди не преодолевших минимальный балл). Это задача на применение закона Кулона. Здесь необходимо было понять, что изменится, если одинаковые шарики привести в соприкосновение и развести на прежние расстояния. Сложность в восприятие задачи добавляют, возможно, слова «маленькие шарики», «на большом расстоянии».

Не очень хорошо справились (48%) с заданием №17. Задание на зависимости различных физических величин при движении по окружности заряженной частицы в магнитном поле. Кстати, задача напомнила задачу про ИСЗ из КИМ прошлого года.

Задание №10 также вызвало затруднения у половины учеников (причем неожиданно, у этого задания худший результат выполнения в группе от 81 до 100 баллов – 84%). Задание на изменение давления водяного пара или определение влажности воздуха. Здесь, возможно, обучающиеся могли спутать такие данные как: влажный воздух при температуре 100 градусов Цельсия, парциальное давление.

Достаточно плохо (как и в прошлые годы) выпускники справились с задачами из части 2, особенно с заданиями с развернутым ответом. Эти задания полностью не были решены всеми учениками, которые не преодолели минимальный балл. Это можно объяснить и тем, что они не доходят до последних задач, интуитивно воспринимая их, как сложные.

Ученики с высокими результатами (81–100 баллов) очень хорошо справились с 27, 28, 29 и 31 заданием (более 90%) и достаточно плохо решили задание №30 (справились менее половины). Качественная задача №27 была решена лучше, чем в прошлом году (24% – 2021 г., 8% – 2020 г.).

С двухбалльным заданием №28 справились хуже выпускники всех уровней подготовки, хотя задание было не сложное на равноускоренное движение. Но вероятно ученики неправильно читали (или интерпретировали) условие. Не очень сложным оказалось задание №31 по электродинамике (мощность тока, работа с графиками) – 35% справившихся.

По остальным задачам – меньше 19% решивших. Сложными оказались задачи №30 (расчет влажности, применение газовых законов для изопротессов)

и №32 (давление света, энергия фотона), с ними плохо справились учащиеся всех категорий.

Здесь особенно не понятен низкий результат по последней задаче, так как подобные задания встречались в прошлые годы и не являлись неожиданными.

Выводы и рекомендации

На низком уровне остаются результаты решения качественных задач, требующих построения развернутого ответа с указанием на изученные физические явления и законы. Поэтому учителям рекомендуется активнее включать в учебный процесс на различных этапах обучения (и этапах урока) решение качественных задач: качественные вопросы для мотивации и актуализации знаний, решение качественных задач при повторении и обобщении изученного материала.

Учителям рекомендуется привлекать различные методы представления информации в задаче. Учитывать чтение текстов задания и понимание смысла не только числовых данных, но и текстовой информации. Развивать навыки получения данных из графиков, диаграмм, таблиц и других источников. Необходимо чаще практиковать 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.

При изучении влажности воздуха уделять внимание таким понятиям как влажный и сухой воздух, парциальное давление, давление пара (насыщенного и ненасыщенного) при 100 градусах Цельсия. При решении задач на запись уравнения теплового баланса, необходимо кроме удельной теплоемкости обязательно использовать понятие теплоемкости тела.

При изучении темы «Постоянный электрический ток» необходимо уделять дополнительное внимание определению напряжения на источнике тока, а также мощности, выделяющейся на различных участках цепи, в том числе и на внутреннем сопротивлении источника (а также понимание физического смысла работы и мощности сторонних сил).

При изучении ядерных реакций, необходимо, чтобы школьники учились записывать уравнения ядерных реакций разных типов, в том числе с образованием промежуточного ядра, которое в последствии претерпевает какие-либо изменения, например, распад. Конечно необходимо понимание (обоснование) продуктов реакции с точки зрения строения ядра.

При изучении квантовой физики необходимо, чтобы обучающиеся могли выводить (не запоминать формулы) с привлечением квантовых представлений

давление света при поглощении, прохождении и отражении света (обычно процесс прохождения света через вещество в данном случае не рассматривается).

Для учащихся с низким уровнем подготовки необходимо увеличить внимание при подготовке к таким темам как: кинематика движения по окружности, уравнение состояния идеального газа и газовые законы, применение закона Кулона, движение заряженных частиц в магнитном поле, использование формулы тонкой линзы, формулы для дифракционной решетки.

По-прежнему, плохо решаются задачи на измерения и погрешности. Нужно знакомить учащихся с методами измерения, особенностями подсчета погрешностей и записи результата (особенно это касается учеников с низкими результатами обучения). Необходимо обязательно включать графические задачи и на графические методы решения, и на графический (и табличный) метод задания условия задачи, задачи на влажность воздуха и на расчет давления влажного воздуха, уравнение теплового баланса, давление света, качественные задачи.

Меры методической поддержки по повышению качеств подготовки обучающихся по физике в 2021-2022 учебном году на региональном уровне, в том числе в ОО с аномально низкими результатами ЕГЭ 2021г.

На основе рекомендаций планируется проведение следующих мероприятий (см. табл. 4). В рамках каждого мероприятия (семинары, курсы, конференции и т.д.) рассматриваются вопросы, выявленные как типичные затруднения и ошибки при выполнении ЕГЭ обучающимися Кировской области по физике.

Таблица 4

№	Дата (месяц)	Мероприятие (указать тему и организацию, которая планирует проведение мероприятия)
1	Февраль 2022 г.	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)
2	Февраль 2022 г.	Курсы повышения квалификации «Особенности выполнения заданий ГИА-9, ГИА-11 по физике» – КОГОАУ ДПО «Институт развития образования Кировской области»
3	Февраль 2022 г.	Мастер-классы учителей физики в рамках курсов повышения квалификации «Особенности выполнения заданий ГИА-9, ГИА-11 по физике» по теме «Механические и электромагнитные колебания» – КОГОАУ ДПО «Институт развития образования Кировской области».
4	В течение 2021-	Семинары «Особенности подготовки выпускников к ГИА-11 по физике» – КОГОАУ ДПО «Институт развития образования Кировской области» совместно с издательствами, разработчиками КИМ (по согласованию)

	2022 уч. года	
5	В течение 2021- 2022 уч. года	Адресные консультации для учителей физики общеобразовательных организаций Кировской области по вопросам подготовки выпускников к ГИА по физике (электромагнитная индукция, геометрическая оптика)
6	Февраль – июнь 2022 г.	Всероссийский педагогический конкурс «Предметно-методическая олимпиада работников образовательных организаций» (по учебному предмету «Физика») – КОГОАУ ДПО «Институт развития образования Кировской области» (дистанционно)
7	Август 2022г.	Подготовка ежегодных аналитических материалов по результатам ЕГЭ-2022 в Кировской области по физике – КОГОАУ ДПО «Институт развития образования Кировской области»