

ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ  
И МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКИ  
ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ  
«РЕГИОНАЛЬНЫЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЙ  
ЦЕНТР ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ»

Результаты  
государственной итоговой  
аттестации по физике

Владимир  
2022

УДК 371.26(470.45)«2022»:004(082)  
ББК 74.202.8(2)я43+32.97я43  
Р34

Одобрено организационно-методическим советом ГБУ ВО РИАЦОКО  
(протокол - № 31 от 29.09.2022 г.)

**Составители:**

**Заякин А.А.**, доцент кафедры физики  
и прикладной математики ВлГУ, к.ф.-м.н.,  
**Дудина Н.Н.**, учитель высшей квалификационной категории,  
**Данилов В.В.**, заместитель директора ГБУ ВО РИАЦОКО

**Ответственный редактор:**

**Мансурова С.И.**, директор государственного бюджетного учреждения  
Владимирской области «Региональный информационно-аналитический центр  
оценки качества образования»

Р34 Результаты государственной итоговой аттестации по физике. Заякин А.А.,  
Дудина Н.Н., Мансурова С.И., Данилов В.В. – Владимир: ГБУ ВО РИАЦОКО,  
2022. – 72 с.  
ISBN 978-5-9631-1004-1

В сборник вошли материалы, связанные с организацией и проведением государственной итоговой аттестации по физике по образовательным программам среднего общего образования (ГИА-11) и по программам основного общего образования (ГИА – 9) в июне 2022 года во Владимирской области. Информация, представленная в сборнике, адресована педагогам, руководителям школ, представителям управления образования в территориях, а так же методическим службам различного уровня.

УДК 371.26(470.45)«2022»:004(082)  
ББК 74.202.8(2)я43+32.97я43

ISBN 978-5-9631-1004-1

© Заякин А.А., Дудина Н.Н.  
Мансурова С.И., Данилов В.В., 2022  
© ГБУ ВО РИАЦОКО, 2022

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ В 2022 ГОДУ . . . . .	4
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ИЛИ ГРУПП ЗАДАНИЙ . . . . .	10
ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ . . . . .	40
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОГЭ ПО ФИЗИКЕ В 2022 ГОДУ . . . . .	42
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ИЛИ ГРУПП ЗАДАНИЙ . . . . .	45
РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ . . . . .	66



## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГЭ ПО ФИЗИКЕ В 2022 ГОДУ.

Количество участников экзамена национальной кампании ЕГЭ в 2022 году во Владимирской области представлено в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Наименование учебного предмета	Количество участников ЕГЭ	Количество участников ЕГЭ-21
1	Русский язык	5253	106
2	Математика (базовый уровень)	2747	114
3	Обществознание	2514	2
4	Математика (профильный уровень)	2425	0
5	Биология	951	0
6	Информатика	823	0
7	Физика	502	0
8	История	781	0
9	Химия	697	0
10	Английский язык	628	0
11	Литература	335	0
12	География	81	0
13	Немецкий язык	14	0
14	Французский язык	4	0
15	Китайский язык	1	0
16	Испанский язык	1	0

Среди предметов по выбору наибольшей популярностью пользуется обществознание, количество участников по техническим дисциплинам существенно меньше. Физика сдает свои позиции: в 2022 году является четвертым по популярности экзаменом во Владимирской области, уступая не только обществознанию, но также биологии и информатике, и немного опережая историю.

Таблица 2.

### Количество участников ЕГЭ по физике за 3 года.

2020 г.		2021 г.		2022 г.	
чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
1052	19,63	967	17,04	808	14,87

За последние пять лет наблюдается тенденция снижения как количества участников ЕГЭ по физике, так и доли выпускников, выбирающих физику в качестве экзамена по выбору. В 2022 году экзамен сдавали на 159 человек меньше, чем в 2021, уменьшилась на 2,2% и доля от общего количества участников ЕГЭ. Число юношей, выбравших экзамен по физике, как и в прежние годы в 3,4 раза превышает количество девушек.

В 2022 году, как и в предыдущие годы, большую часть из участников экзамена составляют выпускники текущего года (ВПГ). Доля таких участников экзамена 97,0%.

Таблица 3.

**Количество участников ЕГЭ по категориям.**

Всего участников ЕГЭ по физике	808
Из них:	773
– ВТГ, обучающихся по программам СОО	
– ВТГ, обучающихся по программам СПО	11
– выпускников прошлых лет	24
– участников с ограниченными возможностями здоровья	5

Необходимо отметить снижение числа участников ЕГЭ по физике среди выпускников лицеев и гимназий – 118 человек (15,3%), в 2021 году было 152 человека (16,4%). Число выпускников СОШ является самой многочисленной категорией и составляет 78,1% от всех выпускников текущего года.

Таблица 4.

**Количество участников ЕГЭ по типам СОШ.**

Всего ВТГ	773
Из них:	65
– выпускники гимназий	
– выпускники лицеев	53
– выпускники СОШ	604
– выпускники СОШ с углубленным изучением отдельных предметов	41
– выпускники кадетской школы-интерната	9
– выпускники открытой (сменной) общеобразовательной школы	1

Распределение участников ЕГЭ по физике по АТЕ является достаточно стабильным, из года в год меняется незначительно. Наибольшее количество участников фиксируется в крупных городах: г. Владимир, г. Ковров, округ Муром, г. Александров и район, г. Гусь-Хрустальный.

Таблица 5.

**Количество участников ЕГЭ по физике по АТЕ.**

№ п/п	АТЕ	Количество участников ЕГЭ по физике	% от общего числа участников
1	г.Владимир	239	29,58
2	г.Ковров	128	15,84
3	с.Муром	104	12,87
4	Александровский район	60	7,43
5	г.Гусь-Хрустальный	40	4,95
6	Петушинский район	32	3,96
7	Киржачский район	28	3,47
8	Кольчугинский район	27	3,34
9	Собинский район	22	2,72
10	Меленковский район	20	2,48

№ п/п	АТЕ	Количество участников ЕГЭ по физике	% от общего числа участников
11	г.Радужный	19	2,35
12	Вязниковский район	17	2,1
13	Камешковский район	15	1,86
14	Гусь-Хрустальный район	12	1,49
15	Судогодский район	11	1,36
16	Суздальский район	8	0,99
17	Ковровский район	7	0,87
18	Гороховецкий район	6	0,74
19	Юрьев-польский район	5	0,62
20	Муромский район	4	0,5
21	Селивановский район	4	0,5

Результаты ЕГЭ по физике во Владимирской области в 2022 году находятся ниже уровня показателей 2021 и 2020 годов и ниже средних по РФ значений текущего года.

Таблица 6.

## Динамика результатов ЕГЭ по физике за 3 года

Доля участников, набравших балл	Владимирская область			среднее в РФ
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2022 г.
ниже минимального балла, %	5,04	5,48	5,07	5,8
от 61 до 80 баллов, %	21,39	21,92	13,97	18,8
от 81 до 99 баллов, %	9,51	8,58	5,93	8,2
100 баллов, чел.	0	6	0	103
Средний тестовый балл	55,96	55,52	51,74	54,1

Уменьшился средний тестовый балл, уменьшилась доля участников экзамена с хорошим и отличным уровнем подготовки, набравших соответственно более 60 и 80 тестовых баллов. Процент участников экзамена, не преодолевших минимальной границы, по сравнению с прошлым годом незначительно понизился на 0,41% и составил 5,07%.

В существующей системе оценивания получение участниками экзамена баллов в интервале от 61 до 100 тестовых баллов демонстрирует их готовность к успешному продолжению образования в высших учебных заведениях. Во Владимирской области таковых меньше 20%.

Таблица 7.

## Результаты ЕГЭ по физике в разных ОО.

	Доля участников (%), получивших тестовый балл			
	ниже минимального	от минимального до 60 баллов	от 61 до 80 баллов	от 81 до 99 баллов
СОШ	4,5	76,5	13,8	5,3
Лицеи, гимназии	4,2	67,2	16,8	11,8

Наибольший процент высокобалльников ожидаемо дают выпускники лицеев, гимназий, а также СОШ с углублённым изучением отдельных предметов.

Наибольшая доля участников, получивших тестовый балл ниже минимального, это выпускники кадетской школы, и выпускники текущего года, обучающиеся по программам СПО.

В следующей таблице приведены АТЕ, показавшие наилучшие результаты. Список формировался с учетом следующих основных критериев:

- количество участников ЕГЭ по физике более 10;
- доля участников получивших от 61 до 100 баллов, имеет *максимальные значения*.

Таблица 8.

**Результаты ЕГЭ по физике в разных АТЕ**

Наименование АТЕ	Доля участников (%), получивших тестовый балл			Количество участников
	ниже 36 баллов	от 36 до 60 баллов	от 61 до 100 баллов	
г.Гусь-Хрустальный	2,5	50	47,5	40
Петушинский район	0	75	25,0	32
Кольчугинский район	3,7	74,1	22,2	27
г.Владимир	4,6	73,0	21,8	239
Киржачский район	7,14	71,4	21,4	28
о.Муром	5,77	74,0	20,2	104
Александровский район	5	76,7	18,3	60
Собинский район	9,09	72,7	18,2	22
г.Ковров	3,88	79,1	17,1	128
Меленковский район	5	80	15	20
Вязниковский район	17,65	70,6	11,8	17
г.Радужный	5,26	84,2	10,5	19
Гусь-Хрустальный район	8,33	91,7	0	12
Камешковский район	0	100	0	13
Судогодский район	18,18	81,8	0	11

Существенно лучшие результаты по АТЕ области в г.Гусь-Хрустальный.

Наибольшая доля участников, не преодолевших порог 36 баллов, характеризующий освоение базового уровня, в Судогодском и Вязниковском районах – более 15% получивших тестовый балл ниже минимального.

Значение показателей ЕГЭ свидетельствует об отрицательной динамике учебных достижений обучающихся по физике и снижению качества базовой подготовки выпускников. Для ЕГЭ по физике значимым является диапазон от 61 до 100 тестовых баллов, который демонстрирует готовность выпускников к успешному продолжению образования в организациях высшего образования. Если в 2021 году и в 2020 году, эта группа выпускников была на уровне 30%, то в этом году мы наблюдаем снижение этой доли учащихся до 20%. Эти результаты свидетельствуют о недостаточном количестве профильных классов.

Перечень образовательных организаций, продемонстрировавших наиболее высокие результаты ЕГЭ, представлен в таблице 9. Список формировался с учетом следующих основных критериев:

- доля участников, получивших от 61 до 100 баллов, имеет *максимальные значения*;
- нет участников, набравших менее 36 баллов;
- количество участников ЕГЭ по физике более 10;

Таблица 9.

**Перечень ОО с лучшими результатами ЕГЭ по физике.**

№ п/п	Наименование ОО	Доля (%) ЕГЭ, получивших		
		от 61 до 100 баллов	от 81 до 100 баллов	менее 36 баллов
1	Средняя общеобразовательная школа №15 с углубленным изучением отдельных предметов, г.Владимир	75	43,8	0
2	Средняя общеобразовательная школа №1 с углубленным изучением отдельных предметов, г.Владимир	46,2	7,7	0
3	Гимназия №3, г. Владимир	40	30	0
4	Средняя общеобразовательная школа №1, г. Покров	36,4	9,1	0
5	Средняя общеобразовательная школа № 3, г.Владимир	33,3	16,7	0
6	Средняя общеобразовательная школа № 21 имени Владимира Григорьевича Фёдорова, г. Ковров	30,4	8,7	0
7	Средняя общеобразовательная школа №25, г.Владимир	23,1	7,7	0
8	Средняя общеобразовательная школа № 9 имени Героя Советского Союза Авиарда Гавриловича Фастолца, г. Ковров	20	0	0
9	Средняя общеобразовательная школа №22 имени Героя Российской Федерации Сергеева Геннадия Николаевича, г. Ковров	20	0	0
10	Лицей-интернат №1, г. Владимир	15,4	7,7	0

**Существенно лучшие результаты (75% получивших от 61 балла) среди всех ОО в средней общеобразовательной школе №15 с углубленным изучением отдельных предметов, г.Владимир.**

Перечень образовательных организаций, продемонстрировавших низкие результаты ЕГЭ, представлен в таблице 10. Список формировался с учетом следующих основных критериев:

- доля участников, не достигших минимального (36) балла имеет *максимальные значения*;
- доля участников ЕГЭ, получивших от 61 до 100 баллов, имеет *минимальные значения*;
- количество участников ЕГЭ по физике более 10;



Таблица 10.

## Перечень ОО с худшими результатами ЕГЭ по физике.

№п/п	Наименование ОО	Доля (%) участников, получивших	
		менее 36 баллов	от 61 до 100 баллов
1	Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №28»	8,3	10,7
2	Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение города Коврова «Средняя общеобразовательная школа № 8 имени Героя Советского Союза Фёдора Герасимовича Конькова»	7,1	7,1
3	Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа №13 г.Александров	5,3	10,5
4	Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Гимназия № 6»	4,6	27,3
5	Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение г.Владимира «Средняя общеобразовательная школа № 36»	4,2	20,8
6	Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение г. Владимира «Промышленно-коммерческий лицей»	3,7	22,3
7	Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа №14 имени А.А.Перфильева	0	0
8	Муниципальное общеобразовательное учреждение средняя общеобразовательная школа № 1 г. Камешково	0	0
9	Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная школа №2»	0	0

Выпускники последних трёх ОО в таблице 10 все получили от 36 до 60 баллов, нет тех, кто не преодолел минимальный порог, но нет и выпускников с хорошим уровнем подготовки.

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ИЛИ ГРУПП ЗАДАНИЙ.

Краткая характеристика КИМ по физике.

В 2022 г. изменена структура КИМ ЕГЭ, общее количество заданий уменьшилось и стало равным 40. Максимальный первичный балл за выполнение экзаменационной работы увеличился до 54.

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.

Изменена форма заданий на множественный выбор (линии 5, 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. При этом верных утверждений может быть либо два, либо три. Исключено задание с множественным выбором, проверяющее элементы астрофизики.

В части 2 добавлена одна расчётная задача повышенного уровня сложности с развёрнутым ответом и исключены расчётные задачи с кратким ответом. Изменены требования к решению задачи высокого уровня по механике. Теперь дополнительно к решению необходимо представить обоснование использования законов и формул для условия задачи. Данная задача оценивается максимально 4 баллами, при этом выделено два критерия оценивания: для обоснования использования законов и для математического решения задачи.

Минимальное количество баллов ЕГЭ по физике в 2022 г., подтверждающее освоение образовательной программы среднего общего образования, как и в предыдущем году, составило 36 тестовых баллов, что соответствует 10 первичным баллам.

Минимальное количество баллов ЕГЭ по физике, необходимое для приема на обучение в образовательных организациях Министерства науки и высшего образования РФ, составляет 39 тестовых баллов (12 первичных баллов).

Распределение заданий экзаменационной работы по содержательным разделам курса физики представлено в таблице 11.

Таблица 11.

**Распределение заданий по основным содержательным разделам (темам) курса физики\***

Содержание раздела	Количество заданий		
	Вся работа	Часть 1	Часть 2
Механика	8	6	2
Молекулярная физика	7	6	1
Электродинамика	10	7	3
Квантовая физика	3	2	1
Итого	28	21	7

(\*) Два задания первой части (линия 1 и линия 2) имели интегрированный характер и включали в себя элементы содержания не менее чем из трёх разделов курса физики.

### Анализ выполнения заданий КИМ

В основной день экзамена 06.06.2022 приняло участие 784 человека. Продолжилась намечившаяся в течение последних пяти лет тенденция снижения численности участников экзамена. В текущем году во Владимирской области экзамен по физике в основной день сдавало почти на 18% меньше выпускников, чем в 2021 году.



Рис. 1. Динамика изменения количества участников экзамена по физике во Владимирской области

Участникам экзамена было предложено 9 вариантов КИМ. Анализ результатов экзамена выполнен на основе результатов всего массива участников основного периода ЕГЭ по физике вне зависимости от выполненного варианта. Примеры заданий приведены из открытого варианта 301, который включал в себя элементы содержания из всех разделов школьного курса физики, задания варианта соответствовали кодификатору и спецификации 2022 года.

Распределение участников экзамена по группам с разным уровнем подготовки в сравнении с 2021 и 2020 годами представлено на рис. 2. Заметно увеличение доли слабо подготовленных участников экзамена, набравших от 36 до 60 баллов. К сожалению, это увеличение произошло за счёт уменьшения доли участников с хорошим и с высоким уровнем подготовки.

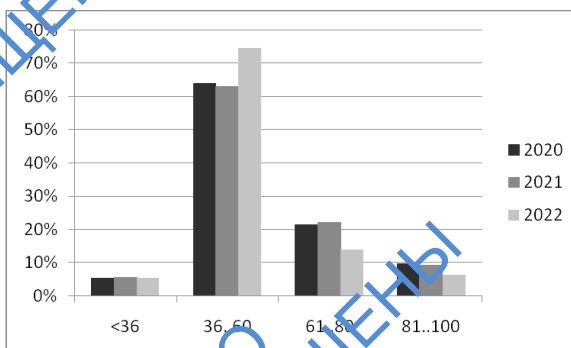


Рис.2. Распределение участников экзамена по группам с разным уровнем подготовки.

Статистический анализ выполнения заданий КИМ

В таблице 12 представлены проверяемые элементы содержания заданий, уровень сложности и средний процент выполнения каждого задания по региону в целом и в группах с разным уровнем подготовки. Процент выполнения заданий вычислялся по формуле  $p = \frac{M}{nm} \cdot 100\%$ , где  $M$  – сумма первичных баллов, полученных всеми участниками группы за выполнение задания,  $n$  – количество участников в группе,  $m$  – максимальный первичный балл за задание.

Таблица 12.

Содержание варианта 301 КИМ ЕГЭ 2022 года по физике и результаты выполнения заданий.

Уровни сложности заданий: Б – базовый, П – повышенный, В – высокий.

№ задания	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности	Процент выполнения задания во Владимирской области в группах				
			средн.	< 36 т.б.	от 36 до 60 т.б.	от 61 до 80 т.б.	от 81 до 100 т.б.
1	Умение трактовать физический смысл законов и явлений из разных разделов курса физики	Б	50	25	45	73	81
2	Умение распознавать графики физических зависимостей из разных разделов курса физики	П	55	13	49	85	97
3	Принцип суперпозиции сил	Б	65	8	60	95	98
4	Изменение модуля импульса тела под действием силы	Б	73	32	70	96	100
5	Изменение потенциальной энергии пружинного маятника, совершающего гармонические колебания	Б	37	5	28	69	100
6	Анализ изменения ускорения, силы, кинетической энергии, определение периода и частоты колебаний пружинного маятника по зависимости его смещения от времени, представленной в таблице	П	55	20	48	87	97
7	Анализ характера изменения периода обращения и кинетической энергии зонда при переходе на другую круговую орбиту	Б	71	36	69	82	94

№ задания	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности	Процент выполнения задания во Владимирской области в группах				
			средн.	< 36 т.б.	от 36 до 60 т.б.	от 61 до 80 т.б.	от 81 до 100 т.б.
8	Установление соответствия между графиками и физическими величинами, характеризующими прямолинейное движение тела, зависимости которых от времени эти графики могут представлять	Б	58	16	51	72	99
9	Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц	Б	86	37	86	99	100
10	Влажность воздуха	Б	89	47	89	99	100
11	Первое начало термодинамики	Б	51	18	44	81	94
12	Анализ изменения параметров состояния влажного воздуха в герметичном сосуде при изменении его температуры	П	35	20	31	44	70
13	Определение характера изменения плотности газа и его температуры в процессе, изображенном на $PV$ -диаграмме	Б	68	29	64	94	98
14	Определение заряда, прошедшего по проводнику, по графику зависимости силы тока от времени	Б	36	3	27	72	90
15	Величина силы Лоренца	Б	79	16	77	99	100
16	Энергия электрического поля конденсатора	Б	40	0	30	85	98
17	Анализ изменения физических величин при движении проводника по рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, по представленной на графике зависимости площади контура от времени	П	59	24	54	83	95

№ задания	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности	Процент выполнения задания во Владимирской области в группах				
			средн.	< 36т.б.	от 36 до 60 т.б.	от 61 до 80 т.б.	от 81 до 100 т.б.
18	Определение характера изменения силы тока в цепи и напряжения на выводах аккумулятора при изменении сопротивления нагрузки	Б	59	26	55	78	92
19	Установление соответствия между графиками и физическими величинами, характеризующими электромагнитные колебания в контуре	Б	55	16	47	92	98
20	Закон радиоактивного распада	Б	69	3	66	96	96
21	Установление соответствия между процессами поглощения, излучения света и энергией фотона по диаграмме энергетических уровней атома	Б	59	9	54	89	97
22	Определение показаний вольтметра с учетом погрешности по фотографии	Б	72	18	71	89	94
23	Выбор оборудования, необходимого для обнаружения зависимости давления газа от объема сосуда	Б	77	26	76	94	96
24	Качественная задача по электродинамике на явление самоиндукции	П	9	0	4	21	48
25	Расчёт массы льдины, плавающей в воде	П	35	0	24	76	98
26	Расчёт средней мощности импульса лазера	П	39	0	28	85	97
27	Расчёт положения столбика ртути в открытой пробирке, вращающейся в горизонтальной плоскости	В	5	0	0	8	69
28	Расчёт расстояния между зарядами, движущимися в электрическом поле	В	11	0	2	39	83

№ задания	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности	Процент выполнения задания во Владимирской области в группах				
			средн.	< 36 т.б.	от 36 до 60 т.б.	от 61 до 80 т.б.	от 81 до 100 т.б.
29	Расчёт площади изображения квадрата в тонкой собирающей линзе	В	22	0	10	35	83
30_1	Расчёт сил действующих на грузы на блоке и обоснование применения используемых законов и формул.	В	9	0	2	29	73
30_2			13	0	3	39	81

Среди заданий базового уровня сложности наименьший процент выполнения имеют задания № 5 по механике, а также задания № 14 и № 16 по электродинамике. Средний процент выполнения этих заданий меньше уровня 50% характеризующего усвоение материала. Лучше всего участники экзамена справились с заданиями № 9 и № 10 по молекулярной физике, средний процент выполнения которых соответственно 86% и 89%.

Для заданий повышенного и высокого уровней сложности содержательный элемент считается усвоенным, если средний процент выполнения составляет не менее 15%. Данный уровень выполнения превзойден во всех заданиях повышенной сложности первой части, а вот среди заданий второй части, где требовалось развернутое решение задачи, он превзойдён только в заданиях № 25, № 26 повышенного уровня и в № 29 высокого уровня по оптике.

В таблице 13 приведены результаты выполнения заданий экзаменационной работы по содержательным разделам школьного курса физики.

Таблица 13

#### Освоение основных содержательных разделов курса физики

Раздел курса физики	Средний % выполнения	Средний % выполнения для групп с различным тестовым баллом (уровнем подготовки)			
		<36 т.б.	36..60 т.б.	61..80 т.б.	81..100 т.б.
Механика	46,2	13,0	39,4	73,2	93,3
Молекулярная физика	58,7	25,3	55,7	74,1	89,9
Электродинамика	44,3	10,3	37,7	72,4	88,6
Квантовая физика	55,7	4,0	49,3	90,0	96,7

Экзамен выявил проблемы в освоении механики и электродинамики: средний процент выполнения этих разделов по всей совокупности участников экзамена оказался ниже требуемого уровня освоения в 50%.

Для сравнения: в 2021 году средний процент выполнения по всем разделам был более 55%, в квантовой физике – 52%. В этом году среди предложенных заданий по квантовой физике нет задачи высокого уровня сложности, поэтому и процент выполнения оказался выше. Причина снижения выполнения задачи по механике и электродинамике может быть

отчасти связана с изменением структуры КИМ 2022: задачи части 1 базового уровня на применение законов и формул в типовых ситуациях стало на одну меньше. Но решающее значение, скорее всего, играет формулировка, сюжет, новизна заданий. Конкретные примеры приведены ниже.

Самая многочисленная, вторая группа (от порога до 60 т.б.) показала удовлетворительное освоение только раздела «молекулярная физика». Отметим хорошие и отличные знания всех разделов физики в третьей и четвертой группах участников.

В таблице 14 представлены результаты выполнения заданий различных уровней сложности в среднем и для групп участников с разным уровнем подготовки. Базовый уровень в целом освоен всеми участниками экзамена. Задания повышенного уровня сложности посылны только участникам экзамена с хорошим и отличным уровнем подготовки. Участники третьей группы, как правило, решают одну-две из задач высокого уровня сложности. В целом задачи высокого уровня сложности не представляют проблем для участников с тестовым баллом 81 т.б. и выше.

Таблица 14.

**Выполнение заданий разного уровня сложности**

Группы заданий разного уровня сложности	Средний % выполнения	Средний % выполнения для групп с различным тестовым баллом (уровнем подготовки)			
		<36 т.б.	36..60 т.б.	61..80 т.б.	81..100 т.б.
Базовый уровень	62,8	19,1	58,4	88,1	96,2
Повышенный уровень	41,0	11,0	34,0	69,1	86,0
Высокий уровень	12,2	0,0	3,4	34,4	78,8

Слабо подготовленные участники экзамена, не преодолевшие порога, не приступают к решению задач, выполнение заданий первой части не только повышенного, но и базового уровня находится на очень низком уровне освоения.

В таблице 15 представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы по проверяемым видам умений и способам действий.

Таблица 15.

**Освоение основных умений и способов действий.**

Способы действий, умения	Средний % выполнения	Средний % выполнения для групп с различным тестовым баллом (уровнем подготовки)			
		<36 т.б.	36..60 т.б.	61..80 т.б.	81..100 т.б.
Применение законов и формул в типовых ситуациях	62,5	16,9	57,7	89,1	97,6
Анализ и объяснение явлений и процессов	57,7	2,8	52,6	82,3	93,3
Методологические умения	74,5	22	73,5	91,5	96
Решение задач	18	0	9,1	44,6	79,6



Задания на анализ физических процессов и явлений с использованием необходимых физических величин в рамках изученных теоретических положений, законов имеют несколько меньший процент выполнения, чем задания на применение законов и формул в типовых ситуациях, но всё же на достаточном (более 50%) для успешного освоения уровне. Не преодолевшие порог 36 баллов участники экзамена «лучше выполняют» задания на анализ и объяснение явлений и процессов, чем более простые задания на применение формул в типовых ситуациях. Это парадоксальное соотношение может служить косвенным подтверждением попыток случайного угадывания части ответа в заданиях на множественный выбор, на определение характера изменения физических величин и в задачах на установление соответствия между физическими величинами и графиками, формулами.

Решение задач по силам только в группах с хорошим и отличным уровнями подготовки. Анализ проверок экспертами предметной комиссии показывает, что к решению заданий второй части с развернутым ответом приступили 87% участников экзамена, но 40% не получили ни одного балла, а 60% не смогли набрать ни одного балла в решении 3-х балльных заданий – качественной задачи и заданий высокого уровня сложности. Для сравнения: в 2017 году из 1264 участников экзамена 764 (те же 60,4%) не получили ни одного балла за решение заданий с развернутым ответом.

### Содержательный анализ выполнения заданий КИМ.

Рассмотрим более подробно насколько участники экзамена овладели основными группами предметных результатов курса физики средней школы. На основании данных, представленных в таблице 12, выделим задания первой части, которые вызвали существенные затруднения у основной группы участников (с тестовым баллом от 36 до 60). Рассмотрим также успешно выполненные в этой группе задания с процентом выполнения 70% и более. В примерах указан номер задания КИМ, текст задания по открытому варианту 301, и средний по всем вариантам процент выполнения в рассматриваемой группе участников экзамена.

#### Применение изученных понятий, моделей, величин и законов для описания физических процессов.

Из раздела механики уже всего выполнено задание № 5.

Задание № 5 (выполнение 28%).

*Смещение груза пружинного маятника меняется с течением времени по закону  $x = A \cos(\frac{2\pi}{T}t)$ , где период  $T = 1$  с. Через какое минимальное время, начиная с момента  $t = 0$ , потенциальная энергия маятника уменьшится вдвое?*

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

Выполнение задания требует знания формулы потенциальной энергии пружины. Но не только: надо ещё определить величину энергии в начальный момент времени и затем решить тригонометрическое уравнение  $\frac{kA^2 \cos^2(\frac{2\pi}{T}t)^2}{2} = \frac{1}{2} kA^2$ .

Вероятная причина плохого решения задачи – в слабой математической подготовке участников экзамена.

Следующее задание из раздела молекулярная физика достаточно часто встречается в КИМ.

Задание № 11 (выполнение 44%).

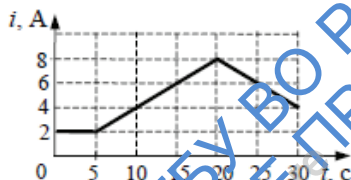
Газ получил количество теплоты, равное 300 Дж, при этом внутренняя энергия газа уменьшилась на 100 Дж. Масса газа не менялась. Какую работу совершил газ в этом процессе?

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

Выполнение задания требует применения первого начала термодинамики. При вычислениях надо быть внимательным, поскольку изменение внутренней энергии надо взять со знаком минус, так как она уменьшается. В других вариантах газ может отдавать тепло, или потребует найти работу внешних сил. Соответственно изменяются знаки у количества теплоты и работы.

Из раздела электродинамика хуже других выполнены следующие два задания.

Задание № 14 (выполнение 27%).



На графике показана зависимость силы тока в проводнике от времени. Определите заряд, прошедший через поперечное сечение проводника за  $\Delta t = 30$  с.

Ответ: \_\_\_\_\_ Кл.

Выполнение данного задания подразумевает нахождение заряда через площадь под графиком  $i(t)$ , подобно тому, как в механике находят путь и перемещение по графику зависимости скорости от времени. Вероятно, для многих участников экзамена эта операция незнакома.

Задание № 16 (выполнение 30%).

Первый конденсатор ёмкостью  $3C$  подключён к источнику тока с ЭДС  $\mathcal{E}$ , а второй, ёмкостью  $C$ , подключён к источнику тока с ЭДС  $3\mathcal{E}$ . Определите отношение энергии электрического поля второго конденсатора к энергии электрического поля первого.

Ответ: \_\_\_\_\_.

Задание открытого варианта стандартное, требует применения формулы для энергии электрического поля конденсатора  $W = \frac{cu^2}{2}$ . Вычисления не очень простые: умножение и возведение в степень.

Далее из каждого содержательного раздела физики приведены примеры наиболее успешно выполненных заданий.

Задание № 4 (выполнение 70%).

В инерциальной системе отсчёта тело движется по прямой в одном направлении. При этом равнодействующая всех сил, действующих на тело, постоянна и равна по модулю  $10$  Н. Каково изменение модуля импульса тела за  $4$  с?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг·м/с.

Задание № 9 (выполнение 89%).

При увеличении абсолютной температуры средняя кинетическая энергия хаотического теплового движения молекул разреженного одноатомного газа увеличилась в 2,5 раза. Конечная температура газа равна 500 К. Какова начальная температура газа?

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

**Задание № 15** (включенные 77%).

Две частицы с одинаковыми массами и зарядами  $q_1 = 2q$  и  $q_2 = 3q$  влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно вектору магнитной индукции со скоростями  $v_1 = 6v$  и  $v_2 = v$  соответственно. Определите отношение модулей сил  $F_1$ , действующих на них со стороны магнитного поля.

Ответ: \_\_\_\_\_.

Отметим, что кроме физической нагрузки на знание одной формулы, в каждом из приведённых успешных заданий необходимы лишь элементарные вычисления: умножение или деление и ответ получаем в одно действие.

### Анализ физических процессов и явлений

В КИМ эти умения проверяются в заданиях на множественный выбор, характер изменения физических величин и установление соответствия между графиками и физическими величинами. Это двухбалльные задания, в которых частично верный ответ оценивается 1 баллом. Доля частично верных ответов в проценте выполнения этих заданий составляет в среднем 0,34, и может быть особенно заметной для групп участников экзамена с тестовым баллом вблизи порога. В представленных ниже примерах указан номер задания КИМ, текст задания по открытому варианту 301, и средний по всем вариантам и всем участникам процент выполнения на 1 балл и на 2 балла отдельно.

**Задание № 6** (1 балл – 46%, 2 балла – 33%).

Небольшой груз, покоящийся на гладком горизонтальном столе, соединён пружиной со стенкой. Груз немного смещают от положения равновесия вдоль оси пружины и отпускают из состояния покоя, после чего он начинает колебаться, двигаясь вдоль оси пружины, вдоль которой направлена ось  $Ox$ . В таблице приведены значения координаты груза  $x$  в различные моменты времени  $t$ . Выберите все верные утверждения о результатах этого опыта на основании данных, содержащихся в таблице. Абсолютная погрешность измерения координаты равна 0,1 см, времени – 0,05 с.

$t$ , с	0,0	0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50
$x$ , см	3,0	2,1	0,0	-2,1	-3,0	-2,1	0,0

- 1) В момент времени 1,50 с ускорение груза максимально.
- 2) В момент времени 0,50 с кинетическая энергия груза максимальна.
- 3) Модуль силы, с которой пружина действует на груз, в момент времени 1,00 с меньше, чем в момент времени 0,25 с.
- 4) Период колебаний груза равен 1 с.
- 5) Частота колебаний груза равна 0,5 Гц.

Ответ: \_\_\_\_\_.

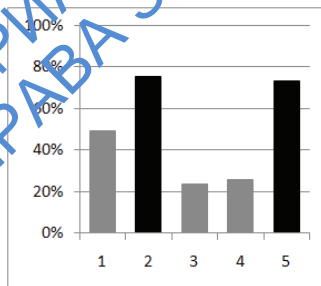


Рис. 3. «Веер» выбора верных утверждений в задании 12б.

Данное задание имеет повышенный уровень сложности, но выполнено лучше, чем задание базового уровня №5 на те же колебания пружинного маятника. В отличие от уже рассмотренного выше задания №5, здесь для получения 1 балла не требуется сложных математических вычислений: достаточно из приведенных в таблице значений координаты груза отметить два крайних положения и соответствующее им время движения, равное половине периода колебаний. Получаем период  $T = 2,0$  с, частоту колебаний  $\nu = 0,5$  Гц. Утверждение (4) ошибочно, утверждение (5) верно. Если бы все участники экзамена указали в ответе утверждение (5), процент выполнения достиг бы 50%. Такова структура формулы, по которой он вычисляется.

Анализ веера ответов (см рис.2) показывает, что:

- 28% участников неправильно определили период колебаний (утверждение 4), возможно из-за того, что в таблице отражен неполный период;
- рассуждение о том, что кинетическая энергия максимальна там, где минимальна потенциальная энергия маятника, знакомо большинству участников (утверждение 2);
- ошибки относятся прежде всего к классификации утверждения (1), которое требует умения анализировать процесс колебаний маятника: знать характер изменения координаты, скорости, ускорения при переходе груза из крайнего положения в положение равновесия. Ускорение и сила максимальны в крайнем положении, скорость груза – наоборот, в положении равновесия.

Исходя из того, что полный верный ответ смогли дать только 33% участников, умение выполнять анализ процесса колебаний по представленной в таблице зависимости смещения от времени следует отнести к дефицитам.

Задание № 12 (1 балл – 48%, 2 балла – 12%).

*В жестком герметичном сосуде объемом  $1 \text{ м}^3$  при температуре  $289 \text{ К}$  длительное время находился влажный воздух и  $10 \text{ г}$  воды. Сосуд медленно нагрели до температуры  $298 \text{ К}$ . Пользуясь таблицей плотности насыщенных паров воды, выберите все верные утверждения о результатах этого опыта.*

$t, ^\circ\text{C}$	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
$\rho_{\text{нп}}, 10^{-2} \text{ кг/м}^3$	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,06	2,18	2,30

1) При температуре  $23^\circ\text{C}$  влажность воздуха в сосуде была равна 48,5%.

- 2) В течение всего опыта в сосуде находилась вода в жидком состоянии.  
 3) Так как объём сосуда не изменялся, давление влажного воздуха увеличилось пропорционально его температуре.  
 4) В начальном состоянии при температуре 289 К пар в сосуде был насыщенный.  
 5) Парциальное давление сухого воздуха в сосуде не изменялось.

Ответ: \_\_\_\_\_.

Сразу же отметаем верное утверждение (4), поскольку воздух вместе с водой находился в сосуде длительное время. Как и в предыдущем примере получаем потенциал, но высоко вероятность получить 1 балл за частично верный ответ. Далее исключаем неверное утверждение (5), поскольку по газовым законам давление сухого воздуха растёт с ростом температуры. Исключаем неверное утверждение (3), поскольку при увеличении температуры вода будет испаряться, количество молекул пара будет увеличиваться, а значит, давление будет расти не только вследствие повышения температуры, но и вследствие увеличения концентрации  $n$  влажного воздуха ( $p = nkT$ ).

Оставшиеся два первых утверждения требуют анализа данных, представленных в таблице и в условии задания. Изначально в сосуде было  $m = \rho_{\text{пар}} V = 1,36 \times 10^{-2} \text{ кг} = 13,6 \text{ г}$  водяного пара. После испарения 10 г воды плотность пара была бы  $2,36 \times 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ . Это больше, чем плотность насыщенного пара при 25°C (в таблице  $2,30 \times 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ ), поэтому вся вода не испарилась, в конце опыта в сосуде осталось ещё 0,6 г воды, пар оставался насыщенным в течение всего опыта. Утверждение (2) – верное, утверждение (1) нет.

Если бы в сосуде в начальном состоянии было меньше воды, потребовалось бы рассчитать влажность. Пусть, например воды было 1 г. Тогда плотность водяного пара после испарения этой воды будет

$$\rho = (13,6 + 1) \times 10^{-3} \text{ кг/л} = 1,46 \times 10^{-2} \text{ кг/м}^3$$

а влажность при температуре 23°C:

$$\varphi = \frac{\rho}{\rho_{\text{нп}}} 100\% = \frac{1,46 \cdot 10^{-2}}{2,06 \cdot 10^{-2}} 100\% = 70,9\%$$

Исходя из того, что мало кто справился с выбором всех верных утверждений, следует сделать вывод о крайне низком умении анализировать процессы, в которых происходит испарение воды или конденсация водяного пара.

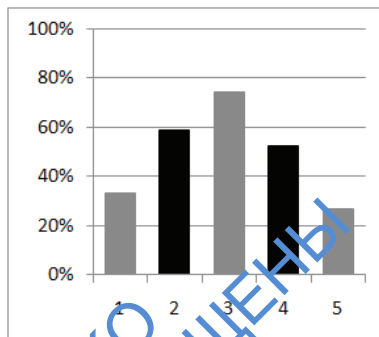


Рис. 4. «Верен» выбора верных утверждений в задании 12.

Анализ веера ответов показывает, что достаточно большая группа участников посчитала, что 10 г в условии относятся к водяному пару. Тогда плотность водяного пара в начальном состоянии  $1,0 \times 10^{-2}$  кг/м<sup>3</sup>, что меньше плотности насыщенного пара при температуре 289 К. Пар в начальном состоянии не был насыщенным (так посчитали 47%). С увеличением температуры количество паров воды не менялось, давление влажного воздуха увеличивалось пропорционально температуре (утверждение (3) выбрали 74% участников), влажность воздуха в сосуде при температуре 23°C была равна

$$\varphi = \frac{r}{r_{\text{нп}}} \cdot 100\% = \frac{1,0 \cdot 10^{-2}}{2,06 \cdot 10^{-2}} \cdot 100\% = 48,5\%$$

(так посчитали 33% участников выполнявших вариант 301).

**Задание № 18** (1 балл – 48%, 2 балла – 35%).

*Неразветвлённая электрическая цепь состоит из аккумулятора с постоянными ЭДС и внутренним сопротивлением и внешнего резистора. Как изменится сила тока в цепи и напряжение на выводах аккумулятора, если в цепь последовательно включить ещё один такой же резистор?*

*Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:*

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

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

Сила тока в цепи	Напряжение на выводах аккумулятора

Весьма распространенное утверждение: «при увеличении сопротивления  $R$  сила тока уменьшится, поскольку по закону Ома  $I = U/R$ » ошибочно в применении к рассматриваемой задаче или, по крайней мере, содержит логический недочёт. Действительно, увеличение сопротивления приведёт к изменению напряжения, поэтому делать вывод об изменении силы тока только на основании изменения  $R$  неправильно. Правильные рассуждения должны опираться на совместное рассмотрение законов Ома для участка цепи и для полной цепи. В результате получим формулу, связывающую напряжение и силу тока на участке, содержащем источник ЭДС:  $\mathcal{E} = U + Ir$ . Чем меньше сила тока, тем больше напряжение на клеммах аккумулятора с отличным от нуля внутренним сопротивлением  $r$ .

### Методологические умения

Овладение методологическими умениями проверяется при помощи модельных заданий теоретического характера базового уровня сложности.

Задание 22 проверяло умение записывать показания измерительных приборов с учетом погрешности измерений, равной цене деления вольтметра. Следовало обратить внимание, к каким клеммам вольтметра подключена схема, правильно выбрать соответствующую шкалу для снятия показаний по положению стрелки прибора.

Задание 23 проверяло умение выбирать оборудование для проведения опыта по указанной гипотезе исследования (зависимости давления от объёма). Предлагалось выбрать две строки из таблицы, содержащей 5 строк и три столбца с разным объёмом сосудов, темпера-

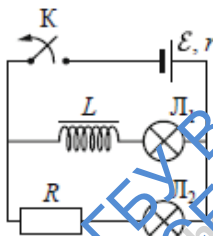
турой и разными газами. По существу задание не имеет физического содержания, а проверяет умение анализировать информацию, представленную в табличной форме.

В целом средний процент выполнения заданий этой линии один из самых высоких в КИМ.

Решение задач.

Далее приведены условия задач, рассмотрены типичные ошибки, выявленные экспертами ПК при проверке развернутых решений в работах участников экзамена в основной день. Для каждого задания указаны средний по всем вариантам и всем участникам процент выполнения на 1, 2 и 3 балла отдельно.

Задание № 21 (1 балл – 14,8%, 2 балла – 2,3%, 3 балла – 2,4%).



Резистор  $R$  и катушка индуктивности  $L$  с железным сердечником подключены к источнику постоянного тока, как показано на схеме. Первоначально ключ  $K$  замкнут, а через лампочки проходят соответственно токи  $I_1 = 0,2$  А и  $I_2 = 1,5$  А. Что произойдет с величиной и направлением тока через резистор после размыкания ключа  $K$ ? Ответ поясните, указав какие явления и закономерности Вы использовали для объяснения.

При размыкании ключа батарея отключается, но ток в образовавшемся замкнутом контуре, содержащем катушку, лампочки и резистор, не исчезает. В катушке возникает ЭДС самоиндукции, благодаря которой сохраняется первоначальный ток, протекавший по ней. В результате направление тока через резистор меняется на противоположное, и изменяется его величина: сразу после замыкания ключа сила тока через резистор станет равна силе тока через катушку при замкнутом ключе, то есть 0,2 А. Затем сила тока постепенно уменьшается до нуля из-за выделения тепла в резисторе и лампах.

Типичные ошибки, допущенные в развернутых ответах при решении этого задания:

- не упоминается явление самоиндукции;
- попытка определить величину силы тока после размыкания ключа по закону Ома для полной цепи;

Встречаются верные рассуждения об энергии магнитного поля, запасённой в катушке, которая после размыкания ключа высвобождается в виде джоулева тепла на резисторе и лампах.

В качестве верных рассуждений, позволяющих поставить минимальный 1 балл, принимались рассуждения о возникающем в катушке индукционном токе, который по правилу Ленца препятствует изменению силы тока в образовавшемся после размыкания ключа замкнутом контуре.

Явление самоиндукции заключается в возникновении ЭДС в катушке, если изменяется сила тока, протекающего в ней. Величина ЭДС самоиндукции пропорциональна скорости изменения силы тока

$$\mathcal{E}_{\text{си}} = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

Обратим внимание на то, что чем меньше  $\Delta t$ , тем меньше должно быть и изменение силы тока  $\Delta I$  в цепи, содержащей катушку индуктивности:

$$\Delta I = -\frac{\mathcal{E}_{\text{си}}}{L} \Delta t$$

Поэтому в момент замыкания, или размыкания ключа в цепях, содержащих катушку индуктивности, сила тока через катушку остается практически неизменной.

Интересно сравнить ЭДС батареи и ЭДС самоиндукции.

Пусть внутреннее сопротивление источника равно 0, сопротивления ламп  $R_1$  и  $R_2$ , активного сопротивления катушки  $R_k$ . При замкнутом ключе через катушку и лампу  $L_1$  течёт ток  $I_1$ , а через резистор и лампу  $L_2$  ток  $I_2$ . Тогда по закону Ома для замкнутой цепи:

$$\mathcal{E} = I_1(R_k + R_1) \quad \text{и} \quad \mathcal{E} = I_2(R + R_2).$$

Отметим, что в данной задаче сопротивление первой лампы заметно больше сопротивления второй лампы и резистора, поскольку при замкнутом ключе сила тока через катушку в 7,5 раз меньше силы тока через резистор.

Сразу после размыкания ключа в катушке возникает ЭДС самоиндукции. Её величина должна быть такой, чтобы ток через катушку остался прежним, то есть равным  $I_1$ . Напряжение на катушке и лампе  $L_1$  равно напряжению на резисторе и лампе  $L_2$ , по которым теперь течёт ток такой же, как и через катушку. По закону Ома для замкнутой цепи из катушки, ламп и резистора:

$$\mathcal{E}_{\text{си}} = I_1(R_k + R_1 + R + R_2) = I_1 \left( \frac{\mathcal{E}}{I_1} + \frac{\mathcal{E}}{I_2} \right) = \mathcal{E} \frac{I_1 + I_2}{I_2} = 1,123 \mathcal{E}$$

Таким образом, сразу после размыкания ключа величина ЭДС самоиндукции определяется параметрами схемы: ЭДС батареи и токами через лампочки при замкнутом ключе. Затем она плавно уменьшается до нуля.

Две задачи повышенного уровня сложности, оцениваемые максимум двумя баллами, были наиболее привлекательными для участников экзамена. Оценивание этих достаточно простых по содержанию задач осложняется тем, что к ним приступают в том числе те участники экзамена, которые не владеют навыками решения задач в буквенных обозначениях физических величин.

**Задание № 25** (1 балл – 14,9%, 2 балла – 26,1%).

*Плоская льдина плавает в воде, выступая над её поверхностью на  $h = 0,04$  м. Определите массу льдины, если площадь её поверхности  $S = 2500$  см<sup>2</sup>. Плотность льда равна 900 кг/м<sup>3</sup>.*

Зачастую в решении не записаны формулы, выражающие физические законы – выражение для выталкивающей силы Архимеда и условие плавания тел. Типичные ошибки при решении этого задания:

- приводятся только численные выражения.



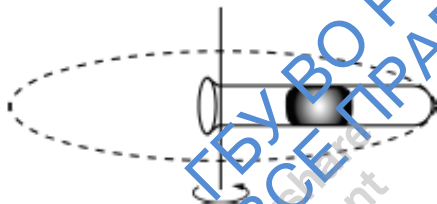
Задание № 26 (1 балл – 9,4%, 2 балла – 33,2%).

Импульс лазерного излучения длится 3 нс, в течение которых излучается  $10^{19}$  фотонов. Длина волны излучения лазера равна 600 нм. Определите среднюю мощность импульса лазера.

Зачастую в оформлении заданий эксперты отмечали несоответствие между записью данных задачи (энергия или мощность) и формул с точки зрения учёта времени: время или не учитывалось вообще, или учитывалось дважды. В тех вариантах, где промежуток времени был равен 1 с, на числовой ответ ошибки учёта времени не влияли.

Расчётная задача по молекулярной физике отличалась новизной сюжета для ЕГЭ по физике, оказалась самой проблемной. Приступило к решению задачи всего 2,6% участников, а правильно решил 4,2%.

Задание № 27 (1 балл – 2,4%, 2 балла – 1,2%, 3 балла – 4,0%).



В открытой пробирке, вращающейся в горизонтальной плоскости с угловой скоростью  $10 \text{ с}^{-1}$  вокруг вертикальной оси, проходящей через край пробирки, находится столбик ртути длиной  $h = 1 \text{ см}$ , центр которого отстоит от оси вращения на расстояние  $r = 20 \text{ см}$ . До какой температуры  $T_2$  надо нагреть пробирку, чтобы при увеличении угловой скорости в 4 раза столбик ртути не сместился? Начальная температура  $t_1 = 0^\circ\text{C}$ , а внешнее атмосферное давление  $p_0 = 10^5 \text{ Па}$ .

Движение столбика ртути по окружности приводит к появлению центростремительного ускорения  $\mathbf{a}_{\text{цс}} = \omega^2 \mathbf{r}$  и дополнительному давлению в ртути подобно гидростатическому давлению  $\rho gh$  вертикального столба. Только вместо ускорения  $g$  давление будет определяться горизонтально направленным центростремительным ускорением.

Это ускорение будет разным для разных частей столбика ртути: чем дальше от оси вращения, тем больше центростремительное ускорение. В связи с этим возникает естественный вопрос: можно ли считать ртуть материальной точкой?

Можно использовать теорему о движении центра масс:

«Центр масс системы движется так, как будто в нём сосредоточена вся масса и к нему приложена равнодействующая всех внешних сил»:

$$PS - P_0S = m\omega^2 r$$

Можно заняться интегрированием:

Выделим в столбике ртути элемент массы  $dm = \rho S dr$  – тонкий слой толщиной  $dr$ , находящийся на расстоянии  $r$  от оси вращения. Слева и справа на него действуют силы давления, разность которых по второму закону Ньютона равна

$$dF = dm\omega^2 r$$

Подставим  $dm$ , проинтегрируем по радиусу:

$$dF = \rho S \omega^2 r dr$$

$$\int dF = \int_{r_1}^{r_2} \rho S \omega^2 r dr$$

$$F_2 - F_1 = \rho S \omega^2 \frac{r_2^2 - r_1^2}{2}$$

Поскольку длина столбика  $h = r_2 - r_1$ , а его середина находится на расстоянии  $r = (r_2 + r_1)/2$  от оси вращения, получим

$$F_2 - F_1 = \rho S h \omega^2 r$$

Здесь  $\rho S h$  – это масса столбика ртути,  $\omega^2 r$  – центростремительное ускорение центра масс:

$$F_2 - F_1 = m \omega^2 r$$

Справа на столбик ртути действует сила давления газа  $F_2 = PS$ , слева – сила атмосферного давления  $F_1 = P_0 S$ :

$$P - P_0 = \rho h \omega^2 r$$

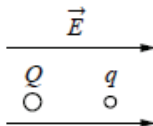
Проблемы в решении:

- нет понимания, как связать механическую часть задания и газовые законы;
- нет сил давления;

Заметим, что «комочек» ртути достаточно маленький: его размер в трубке равен 1 см а расстояние от оси вращения 20 см. Вполне можно считать этот маленький «комочек» материальной точкой и тогда записать второй закон Ньютона в инерциальной системе отсчёта:

$$PS - P_0 S = m \omega^2 r$$

Задание № 28 (1 балл – 4,0%, 2 балла – 4,8%, 3 балла – 7,0%).



В однородном электрическом поле с напряжённостью  $E = 18 \text{ В/м}$  находятся два точечных заряда:  $Q = -1 \text{ нКл}$  и  $q = +5 \text{ нКл}$  с массами  $M = 5 \text{ г}$  и  $m = 10 \text{ г}$  соответственно (см. рисунок). На каком расстоянии  $d$  друг от друга находятся заряды, если их ускорения совпадают по величине и направлению? Сделайте рисунок с указанием всех сил, действующих на заряды. Силой тяжести пренебречь.

На заряженные частицы в электрическом поле напряженностью  $\vec{E}$  действуют силы  $\vec{F}_1 = q\vec{E}$  и  $\vec{F}_2 = Q\vec{E}$ . Кроме этого частицы отталкиваются друг от друга по закону Кулона с

силой  $F_k = k |qQ|/r^2$ . Решение задачи заключается в использовании принципа суперпозиции (складываем силы с учётом направления) и второго закона Ньютона для каждой частицы.

Остановимся подробнее на требованиях сделать рисунок с указанием сил. На следующем рисунке 5а силы обозначены как векторные величины. Поскольку обозначены вектора, то силы взаимодействия зарядов по закону Кулона должны иметь разные обозначения: вектора  $\vec{F}_{k1}$  и  $\vec{F}_{k2}$  не равны друг другу.

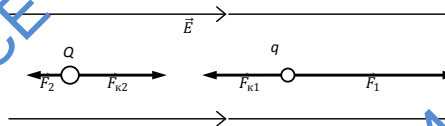


Рис. 5а. Силы, действующие на заряды.

Длины векторов всех сил отражают результаты решения задачи: сила, действующая со стороны электрического поля на заряд пропорциональна величине заряда, поэтому длина вектора на рисунке в 5 раз больше длины вектора. Возможен другой вариант рисунка:

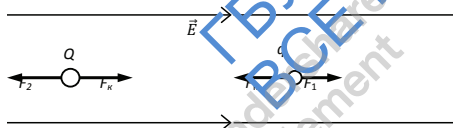


Рис. 5б. Силы, действующие на заряды.

Здесь в обозначении сил нет знака вектора, то есть эти обозначения имеют смысл модуля сил. Поэтому силы притяжения зарядов обозначены одинаково. Длины векторов не имеют никакой связи с результатами решения задачи и даже могут им противоречить. Так, если судить по рисунку, положительный заряд должен иметь ускорение, направленное влево, а отрицательный заряд — иметь ускорение равное нулю.

Оба рисунка 5а и 5б оцениваются как верные. Отметим ещё раз:

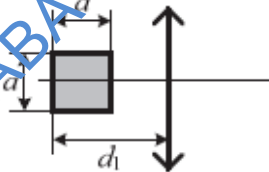
- длины векторов на рисунке не имеют значения;
- знак вектора над обозначением силы может отсутствовать;
- если знак вектора над силой есть, то буквенные обозначения одинаковых по модулю, но разных по направлению сил должны быть разными.

Проблемы в развёрнутых ответах участников:

- не использовался принцип суперпозиции, то есть рассматривалась либо только кулоновская сила, либо только сила действия электрического поля;
- неправильно определялось направление силы действия электрического поля на отрицательно заряженную частицу.

Следующая задача самая решаемая из 3-х балльных заданий.

Задание № 29 (1 балл – 16,0%, 2 балла – 5,1%, 3 балла – 12,3%).



Квадрат со стороной  $a = 20$  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 квадрата до плоскости линзы  $d_1 = 90$  см. Определите площадь изображения квадрата в линзе. Сделайте рисунок, на котором постройте изображение квадрата в линзе, указав ход всех необходимых для построения лучей.

Обратим внимание на схематичность рисунка в условии задания. Пропорции геометрических размеров не выдержаны. Нарисовано так, будто расстояние  $d_1$  не 90 см., а всего 40 см. Сложно на этой схеме показать положение фокусов линзы, ведь фокусное расстояние при оптической силе 2 дптр равно 50 см. Рисунок 6 построен в пропорциях задачи: сторона квадрата ABCD равна 20 см, расстояние от линзы до дальней стороны AB равно 90 см, фокусное расстояние линзы 50 см, расстояние от линзы до изображения стороны CD равно 175 см. Рисунок с изображением хода лучей едва поместился на листе бумаги.

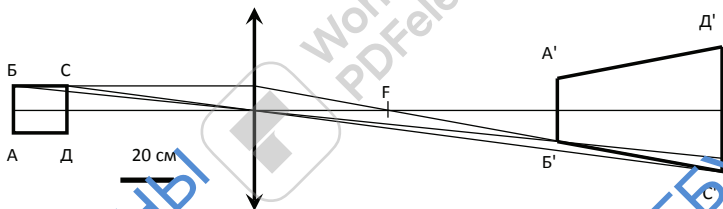


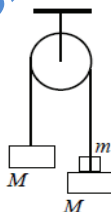
Рис. 6. Изображение квадрата в линзе.

Проблемы в решении задания:

- при попытках построить изображение в пропорциях задачи возникали сложности с выбором масштаба рисунка: изображение либо не помещалось на листе, либо было очень мелким. Чисто геометрическое решение задачи с измерением линейкой размеров изображения оказалось невозможным; Действительно, успешное построение рисунка в масштабе задачи возможно только при условии предварительного решения и определения, по крайней мере, положения изображения квадрата в линзе. Так, изображение стороны CD находится на расстоянии 175 см от линзы, это определяет общий размер рисунка  $90+175=265$  см и его масштаб;
- предполагалось одинаковое увеличение сторон квадрата и, как следствие, в изображении тоже квадрат;
- если вместо формул увеличения линзы использовались соотношения подобия, то не указывалось, какие подобные треугольники рассматриваются.

В последней задаче выделен отдельный критерий оценивания на 1 балл за обоснование физической модели.

Задание № 30 (выполнение расчетной части: 1 балл – 10,4%, 2 балла – 2,2%, 3 балла – 7,9%; обоснование: 1 балл – 8,9%).



Два одинаковых бруска массой  $M = 500 \text{ г}$  связаны между собой невесомой нерастяжимой нитью, перекинутой через невесомый гладкий блок, неподвижно закреплённый на потолке (см. рисунок). На один из брусков кладут груз массой  $m = 100 \text{ г}$  и система приходит в движение. С какой силой  $F$  груз будет давить на брусок? Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на бруски и груз. Обоснуйте применимость законов, используемых для решения задачи.

Решение задачи основано на применении второго и третьего законов Ньютона для каждого из брусков и для груза. Обоснование применимости законов Ньютона опирается на выбор инерциальной системы отсчёта, замену тел материальными точками. Отдельно должно быть обосновано равенство ускорений брусков и равенство сил натяжения нити.

Возможно альтернативное решение, не требующее применения 3-го закона Ньютона:

$$\begin{cases} (M + m)a = (M + m)g - T \\ Ma = T - Mg \\ Ma = Mg + F - T \end{cases}$$

Из первых двух уравнений находят ускорение и силу натяжения нити, а затем из третьего уравнения – силу давления груза на брусок.

Если силы, действующие на бруски и груз, показать на одном рисунке, то наглядно видны друг на друга 5 сил: сила натяжения нити и сила реакции со стороны бруска на груз, а также силы тяжести бруска и груза и сила, с которой груз давит на брусок. В ряде работ участников экзамена рисунок получался трудно читаемым. Правильным в этой задаче будет разделить рисунок: силы, действующие на груз показать отдельно.

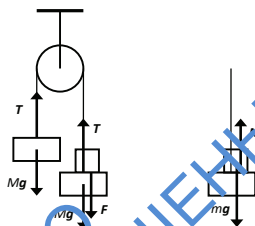


Рис. Силы, действующие на бруски и груз.

Обращаем внимание, что размещение знака вектора над буквенными обозначениями сил необязательно, длины векторов на схематичном рисунке могут не соответствовать модулям сил, получаемом в решении.

Наиболее часто встречаются ошибки экзаменуемых:

- нет указания на использование 3-го закона Ньютона, просто сила реакции бруска, действующая на груз, полагается равной  $F$ , а зачастую и обозначена  $\vec{F}$ ;
- либо во 2-ом законе Ньютона для груза допущена ошибка, либо его нет в решении (сравнивается искомое силы натяжения нити и ускорения грузов);
- оформление рисунка с указанием всех сил, действующих на бруски и груз, нет  $\vec{F}$ , или нет  $\vec{N}$ ;
- нет обоснования совсем;
- в обосновании формально пишут «так как нить нерастяжима и невесомая», не разделяя эти понятия и не указывая, с чем связано равенство сил натяжения нити, а с чем связано равенство ускорений;
- примеры ошибок в обоснованиях: «нить нерастяжима поэтому силы натяжения не изменяются», или «так как блок гладкий, то тела материальные точки», или «система замкнута поэтому справедлив 2-ой закон Ньютона».

#### Анализ выполнения новых заданий КИМ 2022 года.

В части 1 предложено новое задание на множественный выбор интегрированного характера, проверяющие понимание основных теоретических положений курса физики. Утверждения в задании относятся к разным разделам курса физики: № 1 – к механике, № 2 – к молекулярной физике, № 3 и 4 – к электродинамике и № 5 – к квантовой физике. В приводимом ниже примере указано выполнение среднее по открытому варианту.

Задание № 1 (1 балл – 34%, 2 балла – 43%).

*Выберите все верные утверждения о физических явлениях, величинах и закономерностях. Запишите цифры, под которыми они указаны.*

- 1) При увеличении длины нити математического маятника период его колебаний уменьшается.
- 2) Явление диффузии протекает в твёрдых телах значительно медленнее, чем в жидкостях.
- 3) Сила Лоренца отклоняет положительно и отрицательно заряженные частицы, влетающие под углом к линиям индукции однородного магнитного поля, в противоположные стороны.
- 4) Дифракция рентгеновских лучей невозможна.
- 5) В процессе фотоэффекта с поверхности вещества под действием падающего света вылетают электроны.

Ответ: \_\_\_\_\_.

Анализ веера ответов (см рис.7) показывает, что :

- участники экзамена понимают, что утверждение (1) об уменьшении периода колебаний маятника с увеличением его длины ошибочно (90%);

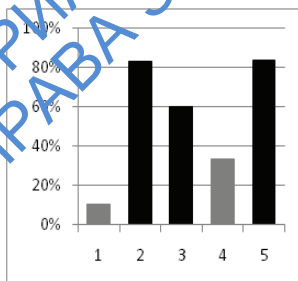


Рис. 7. «Вер» выбора верных утверждений в задании 1

с особенностями протекания явлений диффузии и фотоэффекта, представленными в утверждении задания, знакомы более 80% участников:

- ошибки относятся прежде всего к классификации утверждения (4): треть участников экзамена считают, что дифракция рентгеновских лучей невозможна;
- около 40% не знают, что направление силы Лоренца зависит от знака заряда частицы движущейся в магнитном поле (утверждение 3).

Даже в группе участников от 80 т.б. процент выполнения (81%) один из самых низких среди всех заданий части 1. Меньше только в задании № 12 (70%) на анализ процессов испарения/конденсации при изменении температуры. Для выполнения задания необходимо хорошо ориентироваться в формулировке всех законов и закономерностей, указанных в кодификаторе ЕГЭ по физике, и знать основные свойства явлений и процессов, изученных в курсе физики. В этом варианте утверждения (1) и (3) направлены на проверку знания формул: периода колебаний математического маятника и правила левой руки соответственно. В остальных трёх утверждениях описываются свойства процессов диффузии, дифракции фотоэффекта.

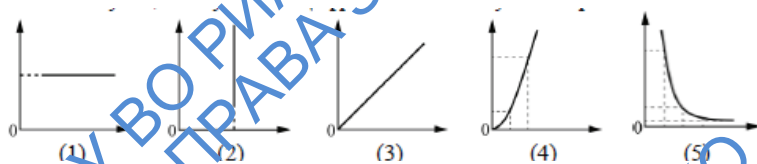
Ещё одно новое задание предложено в линии 2. Это задание на установление соответствия интегрированного характера, проверяющее понимание графических закономерностей, связывающих физические величины и описывающих явления и процессы из разных разделов курса физики. В рассматриваемом варианте это механика, электродинамика, квантовая физика.

**Задание № 2** (1 балл – 27%, 2 балла – 43%).

*Даны следующие зависимости величин:*

- зависимость модуля скорости равномерно движущегося тела от времени движения;*
- зависимость модуля силы взаимодействия двух точечных зарядов  $q$  от расстояния между зарядами;*
- зависимость энергии фотона от частоты.*

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



Ответ:

А	Б	В

Анализ веера ответов (см рис.8) позволяет выявить ошибки в установлении соответствия величин и графиков:

- невнимательное прочтение условия задания. Около 20% участников для зависимости скорости от времени (А) выбрали график (3), что было бы верно для зависимости пути от времени равномерно движущегося тела;
- заметная доля участников (26%), выбравших график (4) для зависимости силы взаимодействия зарядов от расстояния (Б), по-видимому, не знают закон Кулона;
- около 13%, выбравших для зависимости энергии фотона от частоты график (5), возможно перепутали частоту и длину волны фотона.

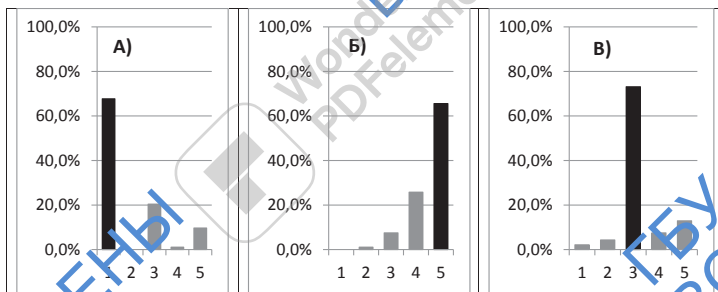


Рис. 8. «Веер» установленного участниками экзамена соответствия между величинами (А, Б, В) и графиками в задании 2.

В целом задание выполнено на хорошем уровне. Самые высокие результаты получены для зависимости из квантовой физики: зависимость энергии фотона от частоты правильно показали 73% участников.

Изменение формы заданий на множественный выбор (линии 6, 12 и 17) привело к, пожалуй, ожидаемому снижению процента выполнения. Действительно, если ранее, когда количество верных утверждений два из пяти предложенных было установлено в условии, можно было искать верные путём исключения очевидно неверных утверждений. Теперь стало необходимо анализировать каждое утверждение. Сравнение процентов выполнения заданий на множественный выбор по механике, молекулярной физике, электродинамике в последние три года представлено на диаграмме рис.9.



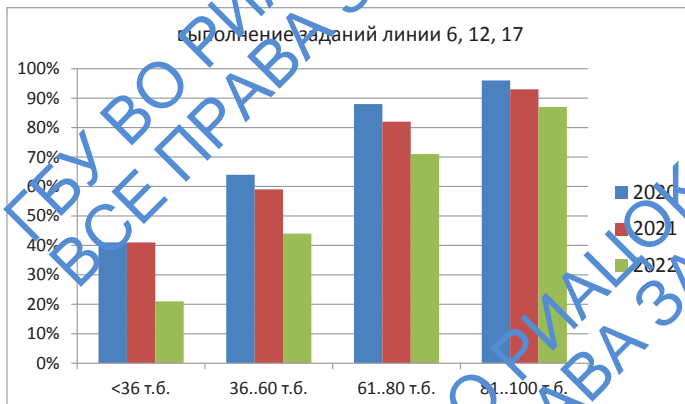


Рис. 9. Выполнение заданий на множественной выбор группами разного уровня подготовки в последние 3 года.

Безусловно, выполнение этих заданий прежде всего, определяется содержательной частью задания. Для участников экзамена этого года сложным оказалось задание 12 на анализ изменения параметров состояния влажного воздуха в герметичном сосуде при изменении его температуры (выполнение в среднем 35%). В 2021 году больше всего проблем было при выполнении задания на интерпретацию зависимости силы трения, действующей на брусок, находящийся на наклонной плоскости, от угла наклона плоскости к горизонту (54%). В 2020 году хуже выполнено задание по электродинамике на интерпретацию физических процессов связанных с явлением электромагнитной индукции (55%).

Можно утверждать, что изменение формы задания (выбор всех верных утверждений вместо двух, как это было раньше) повлияло прежде всего на доступность заданий для участников с самым низким уровнем подготовки: видно снижение процента выполнения в этой группе в 2 раза.

Перевод ещё одной расчётной задачи второй части в задания с развернутым ответом позволяет оценивать правильность применения физических законов. Наличие разного рода ошибок в преобразованиях и вычислениях теперь позволяет выставить 1 балл за представленное решение в то время как раньше это был бы неверный ответ и оценка 0 баллов.

Задание № 26 ВКИМ 2020 года (выполнение 22%).

*Точечный источник монохроматического света испускает  $3 \cdot 10^{17}$  фотонов за 1 с. Длина волны испускаемого света равна 594 нм. КПД источника составляет 0,1%. Вычислите мощность, потребляемую источником.*

Ответ: \_\_\_\_\_ Вт.

В этом году аналогичный сюжет также в задании № 26 второй части, но уже с развернутым ответом и с **более высоким процентом выполнения**.

Ещё одно изменение, заключающееся в требовании дополнительно к решению представить обоснование использования законов и формул, является важным для формирования физического мировоззрения школьников. Результаты экзамена этого года показали недостаточно сформированное умение обосновывать применимость физических моделей и законов. Даже в группе участников с тестовым баллом более 80 т.б. правильное обоснование в зада-

нии № 30 представили лишь 73 % из состава группы, что меньше чем выполнение большинства расчётных заданий в высокого уровня сложности.

### Анализ успешности выполнения заданий в разные годы

Сравнение результатов выполнения заданий в разные годы выполнено для заданий, одинаковых по структуре и проверяемым элементам содержания. Ниже в таблице 16 приведены примеры таких заданий и указаны средние проценты выполнения по всему массиву участников.

Таблица 16.

### Сравнение успешности выполнения заданий в разные годы

№ задания	Содержание задания	Выполнение, средний %			
		2018	2019	2020	2022
5	Изменение потенциальной или кинетической энергии пружинного маятника, совершающего гармонические колебания			38%	37%
7	Анализ характера изменения физических величин, определяющих движение спутника при изменении его орбиты		71%	66%	71%
9	Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц			70%	86%
10	Влажность воздуха			90%	89%
11	Первое начало термодинамики		73%		51%
13	Определение характера изменения температуры и плотности газа в ходе процесса, изображенного на $pV$ -диаграмме	67%			68%
17	Анализ изменения физических величин при движении проводника по рельсам, замкнутым на лампочку накаливания, по представленной на графике зависимости площади контура от времени	63%			59%
19	Установление соответствия между графиками и физическими величинами, характеризующими элементарные колебания в контуре	46%		53%	55%
20	Закон радиоактивного распада	75%			69%
21	Установление соответствия между процессами поглощения, излучения света и энергией фотона по диаграмме энергетических уровней атома	42%			59%
22	Определение показаний вольтметра с учетом погрешности по фотографии	66%		71%	72%
23	Выбор двух сосудов с подвижным поршнем для экспериментального изучения зависимости объема газа от внешнего давления	65%			77%

В большинстве приведенных в таблице примеров выполнение заданий отличается существенно (менее чем на 4-6 %). Значительное изменение видим только для заданий в

линиях 9, 11, 21 и 23. Но в них и имеются нюансы в формулировках, которые, скорее всего, повлияли на результат.

Задание № 9 выполнено существенно лучше, чем №8 в 2020 году.

Задание № 8 (2020 год)

*При уменьшении абсолютной температуры на 600 К средняя кинетическая энергия теплового движения молекул аргона уменьшилась в 4 раза. Какова конечная температура аргона?*

Ответ: \_\_\_\_\_ К.

Если в задании №9 этого года достаточно было одной операции деления, то здесь надо составить два уравнения и решить систему. Как и для многих других заданий, математические проблемы вычислений заметно снижают процент верных ответов. Это особенно заметно для групп участников с тестовым баллом ниже минимального порога: в 2020 году в этой группе выполнение было 18%, в этом году уже 37% только благодаря простейшим вычислениям.

Задание № 11 выполнено существенно хуже, чем №9 в 2019 году.

Задание № 9 (2019 год)

*Газ получил количество теплоты, равное 100 Дж. При этом внутренняя энергия газа увеличилась на 200 Дж. Определите модуль работы внешних сил по сжатию газа.*

Ответ: \_\_\_\_\_ Дж.

Здесь меньше математических проблем, поскольку внутренняя энергия газа увеличивается, плюс к этому работа внешних сил нужна по модулю, что вполне могло повлиять на результат.

В задании №21 2018 года есть дополнительная нагрузка в виде выражения для энергии фотонов, тогда как в 2022 году просто указание на номер перехода.

В задании № 23 2018 года также есть отличие в сюжете задания: сосуд с подвижным поршнем под внешним давлением с разным давлением газа. В задании 2022 года просто сосуды разного объема.

Подводя итоги, подчеркнем, что оснований говорить об улучшении успешности выполнения заданий по одной теме за последние 3÷5 лет нет.

В таблице 17 приведены для сравнения результаты освоения основных групп предметных результатов за три года.

Таблица 17.

**Сравнение освоения основных умений и способов действий в последние 3 года.**

Способы действий, умения	Средний процент выполнения		
	2020 г.	2021 г.	2022
Применение законов и формул в типовых ситуациях	67%	69%	63%
Анализ и объяснение явлений и процессов	63%	61%	58%
Методологические умения	77%	76%	75%
Решение задач	26%	25%	18%
Повышенный уровень	36%	35%	28%
Высокий уровень	11%	16%	13%

По первым трём группам предметных результатов уменьшение среднего процента выполнения вполне укладывается или около статистической погрешности. Значимое уменьшение произошло в решении задач повышенного уровня сложности. Это уменьшение можно

было ожидать вследствие изменения структуры 2 части КИМ: на одну задачу повышенной сложности стало меньше, поэтому увеличился удельный вес качественной задачи, которая является одной из самых сложных для участников экзамена.

Анализ метапредметных результатов обучения, повлиявших на выполнение заданий КИМ

КИМ конструируются исходя из необходимости оценки того, насколько обучающиеся овладели всеми основными группами предметных результатов обучения с ориентацией на содержание программы углублённого уровня. Выполнение заданий, требующих анализа физических процессов и явлений, в особенности заданий части 2, требующих написания развёрнутого ответа, зависит от владения метапредметными умениями.

Для выполнения всех заданий с развёрнутым ответом в КИМ ЕГЭ по физике востребованы умения читательской грамотности и предметные умения, связанные с пониманием физических процессов, понятий, величин и законов физики. Читательская грамотность необходима при выполнении всех заданий с развёрнутым ответом, поскольку тексты задач достаточно объёмны, включают описание процессов, ограничения, выбор физической модели, перечни физических величин, рисунки и схемы.

Решение качественных и расчётных задач требует проявления различных коммуникативных умений. Для расчётных задач это описание физической модели в виде системы уравнений и математические преобразования и вычисления. Для качественных задач необходимо выстраивать логически стройную цепочку рассуждений со ссылкой на физические явления и законы. Таким образом, эти два типа заданий требуют проявления различных метапредметных результатов обучения.

По результатам выполнения заданий с развёрнутым ответом должна быть дана совокупная оценка как предметных, так и метапредметных результатов обучения участников экзамена. Следующий рисунок иллюстрирует решающее влияние сюжета задачи на её решение.

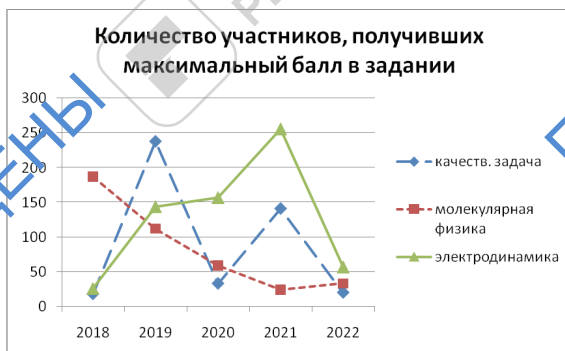


Рис. 10. Результаты выполнения заданий, требующих развёрнутого решения в разные годы

Виден значительный разброс количества участников, представивших полное верное решение, оцененное экспертами в 3 балла. Отметим одинаковый разброс от минимальных 20 до максимальных 250 участников справившихся с решением как качественной, так и расчётных задач. Причина столь разной успешности в содержании заданий: проверяемый элемент содержания, новизна и комплексный характер сюжета.

В качественной задаче 2018 и текущего года – явление самоиндукции (многие участники с ним не знакомы, отсюда низкий процент верных решений), в 2020 году задание отличалось нестандартным сюжетом: частица в конденсаторе, подключенном в электрическую цепь с изменяющимися параметрами. Традиционно на хорошем уровне выполнена задача 2019 на изопроцессы в идеальном газе, и задача 2021 года на движение заряженной частицы в электрическом и магнитном полях. В развёрнутых ответах этих заданий эксперты отметили исчерпывающие верные рассуждения, оценив решения многих участников в 3 балла.

Дефицит в расчётных задачах по молекулярной физике: изменение состояния влажного воздуха при изменении температуры (2021 год), нестандартный сюжет в комбинированной задаче по молекулярной физике этого года. Хорошее выполнение расчётной задачи на изопроцессы в идеальном газе (2018 год) – также как отмеченный выше успех в качественной задаче 2019 года.

Плохое выполнение расчётной задачи 2018 года по электродинамике также связано с сюжетом: переходные процессы в цепи, содержащей конденсатор.

Для успешного выполнения заданий части 2 важны прежде всего предметные знания и умения, но в то же время привести полное правильное решение невозможно и без опоры на коммуникативные и читательские компетенции. Таким образом, можно утверждать, что участники экзамена с высоким уровнем подготовки (от 80 т.б.); уверенно выполняющие задания с развёрнутым ответом, в достаточной степени владеют необходимыми метапредметными компетенциями.

#### Общие выводы по выполнению заданий КИМ.

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

- умение трактовать физический смысл законов и явлений из разных разделов курса физики; умение распознавать графики физических зависимостей из разных разделов курса физики.
- вычислять значение физической величины с использованием изученных законов и формул в типовой учебной ситуации: принцип суперпозиции сил; изменение импульса под действием силы; молекулярно-кинетический смысл температуры; относительная влажность; первое начало термодинамики; величина силы Лоренца, закон радиоактивного распада.
- проводить анализ физических процессов и явлений: колебания пружинного маятника, представленные в таблице; явление электромагнитной индукции;
- устанавливать соответствие между графиками и физическими величинами, характеризующими процессы: равномерное движение тела; электромагнитные колебания в контуре; поглощение и излучение фотона;
- анализировать характер изменения физических величин для следующих процессов и явлений: движение спутника, изопроцессы на PV-диаграмме, изменение силы тока и напряжения при изменении сопротивления в замкнутом контуре,
- записывать показания измерительных приборов (вольтметра) с учетом погрешности измерений; выбирать экспериментальную установку для проведения исследования по заданной гипотезе;
- умение решать задачи повышенного уровня сложности.

о Перечень элементов содержания/умений и видов деятельности, усвоение которых всеми школьниками региона в целом нельзя считать достаточным:

- вычислять значение физической величины с использованием изученных законов и формул в типовой учебной ситуации: энергия пружинного маятника при гармонических колебаниях, заданных формулой; заряд прошедший по проводнику по графику зависимости силы тока от времени; энергия электрического поля конденсатора.

- проводить анализ физических процессов и явлений: состояние влажного воздуха при изменении температуры;

- умение объяснить физические процессы с указанием необходимых законов (решение качественной задачи);

- умение решать расчётные задачи высокого уровня сложности;

- умение обосновывать применение физических законов и моделей.

- о Перечень элементов содержания/умений и видов деятельности, усвоение которых школьниками с тестовым баллом < 61 т.б. нельзя считать достаточным:

- умение трактовать физический смысл законов и явлений из разных разделов курса физики; умение распознавать графики физических зависимостей из разных разделов курса физики.

- вычислять значение физической величины с использованием изученных законов и формул в типовой учебной ситуации: энергия пружинного маятника при гармонических колебаниях, заданных формулой; первое начало термодинамики; заряд прошедший по проводнику по графику зависимости силы тока от времени; энергия электрического поля конденсатора.

- проводить анализ физических процессов и явлений: состояние влажного воздуха при изменении температуры; колебания пружинного маятника, представленные в таблице;

- устанавливать соответствие между графиками и физическими величинами, характеризующими процессы: электромагнитные колебания в контуре;

- умение объяснять физические процессы с указанием необходимых законов(решение качественной задачи);

- умение решать расчётные задачи высокого уровня сложности;

- умение обосновывать применение физических законов и моделей.

- о Успешность выполнения заданий разных лет по одной теме / проверяемому умению, виду деятельности:

- нет оснований говорить об изменении успешности выполнения заданий по одной теме, имеющих одинаковую структуру, одинаковый сюжет;

- уровень усвоения основных групп предметных результатов в последние 3 года несколько уменьшился;

- о Вклад содержательных изменений КИМ в успешность выполнения заданий относительно КИМ прошлых лет.

- изменение формы заданий на множественный выбор (линии 6, 12 и 17) привело к некоторому снижению процента выполнения заданий; особенно снижение заметно для групп участников экзамена с низким тестовым баллом;

- уменьшение количества заданий базового уровня на применение законов и формул в типовых ситуациях привело к снижению среднего процента выполнения заданий по разделам механика и электродинамика.

- перевод ещё одной расчётной задачи второй части в задания с развёрнутым ответом позволяет оценивать правильность применения физических законов; задание выполняется лучше, чем это было раньше с кратким ответом.

- введение дополнительного гребования обосновать выбор физической модели и возможность применения физических законов в расчётной задаче по механике выявило недостаточный уровень соответствующих умений даже в группе участников с тестовым баллом более 80 т.б.;

о Связь динамики результатов проведения ЕГЭ с использованием рекомендаций для системы образования субъекта Российской Федерации, включенных с статистико-аналитический отчет результатов ЕГЭ по учебному предмету в 2021 году.

- задания КИМ текущего и 2021 года, хотя проверяют усвоение одних и тех же содержательных разделов курса физики и владение основными предметными результатами, они проверяют разные элементы содержания и имеют существенные для результата выполнения отличия в формулировках;

- тематика вызвавших затруднения заданий практически не пересекается с тематикой проблемных заданий прошлого года.

- связи динамики результатов проведения ЕГЭ с использованием рекомендаций не выявлено;

- связи динамики результатов проведения ЕГЭ с проведёнными мероприятиями, предложенными для включения в дорожную карту в 2021 году, не выявлено.

## ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Экзаменационная модель ЕГЭ по физике ориентирована на предметные результаты и содержание программы углубленного уровня, поскольку основной целью КИМ ЕГЭ по физике является отбор абитуриентов для поступления в вузы.

При этом значимым является не только балл по 100-балльной шкале, но и величина граничных баллов: минимального порога 36 т.б. и второго граничного балла 61 т.б. Достижение минимального порога свидетельствует об освоении выпускником основных общеобразовательных программ среднего (полного) общего образования по предмету. Преодоление второго граничного балла говорит о наличии системных знаний, овладении комплексными умениями, способности выполнять творческие задания и свидетельствует о готовности выпускника школы к успешному продолжению образования в организациях высшего образования. В 2022 году во Владимирской области лишь 20% участников экзамена преодолели второй граничный балл.

Уменьшение количества выпускников школ, выбравших физику в качестве экзамена по выбору в последние годы, и снижение доли участников с достаточным для продолжения образования уровнем подготовки составляют серьезную проблему для системы образования.

### Предложения по совершенствованию организации и методики преподавания физики

- *Необходимо обратить внимание на умение учащихся выстраивать строгую и четкую логику обоснования решения задач. Результаты проверок экзаменационных работ показывают, что отсутствие такой логики часто не позволяет участникам экзамена получить максимальный балл за решение качественных задач.*

- *Необходимо обратить внимание на развитие у учащихся умения грамотно выразить свои мысли, то есть, владение речью, опирающейся на физические понятия и законы. Устное прочтение задачи, перечисление опорных фактов, выделение ключевых слов, выявление главного явления, формулирование гипотез с обоснованием – все это должно прозвучать в устной речи, прежде чем быть записанным в решении.*

- *Для повышения культуры решения расчётных физических задач следует развивать у учащихся самостоятельность при комплексном применении известных законов в нетрадиционных сюжетах, создания и обоснования собственного плана выполнения задания.*

- *Следует стремиться к исключению ошибок, обусловленных формальным применением формул и уравнений без понимания особенностей используемых физических моделей и процессов явления.*

- *Рекомендуется использование учителем в текущей работе критериев оценивания заданий с развёрнутым ответом, которые применяются экспертами при проверке заданий и позволяют ученику получить 1 или 2 балла даже в случае, когда решение не доведено до конца. Необходимо поощрять школьников записывать решение задачи, даже когда оно не закончено, или результат вызывает сомнение.*

- *Результаты выполнения второй части экзаменационной работы ЕГЭ показывают, что большинство участников ЕГЭ по физике не имеют возможности полноценного изучения углублённого курса физики. При изучении физики на базовом уровне времени на формирование сложных видов деятельности явно не хватает. Уровень изучения физики должен быть углублённым с учебной нагрузкой не менее 5 часов в неделю.*

- *Необходимо увеличить количество физико-математических классов.*



Рекомендации по темам для обсуждения на методических объединениях учителей-предметников, возможные направления повышения квалификации

• **Решение задач высокого уровня сложности:**

- Выбор и обоснование физической модели, обоснование применения физических законов;
- Механика. Движение связанных тел, применение законов Ньютона. Обратить внимание на третий закон Ньютона;
- Молекулярная физика. Влажный воздух, свойства насыщенного пара, важность закон Дальтона, термодинамика процессов испарения, конденсации.
- Электродинамика. Явление самоиндукции, переходные процессы в цепях, содержащих катушку индуктивности, конденсаторы.
- Квантовая физика. Давление потока фотонов.

• **Качественные задачи:**

- анализ процессов с указанием необходимых физических законов.
- **Методика оценивания результатов решения задач по критериям, применяемым экспертами предметных комиссий.**

## ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОГЭ ПО ФИЗИКЕ В 2022 ГОДУ

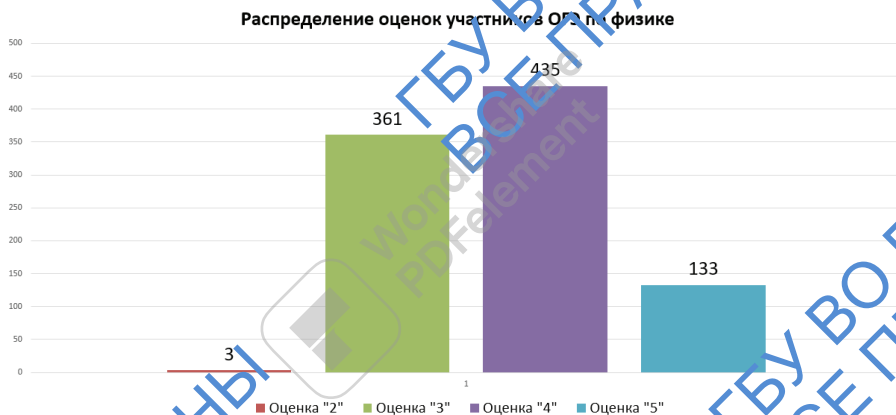
В 2022 году в ГИА по физике в форме ОГЭ приняли участие 932 выпускника Владимирской области. Тенденция снижения количества участников экзамена за три года обусловлена снижением общего количества выпускников.

Среди участников большинство составляют выпускники средних общеобразовательных школ (85,0%). На долю выпускников лицеев, гимназий приходится 10,8% участников экзамена, что на 1,8% больше, чем в 2019 году.

В 2022 году впервые в экзамене принимали участие обучающиеся на дому, их доля составила 0,53% от общего количества участников экзамена. Отмечается тенденция роста выбора экзамена по физике у обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (2018–2 чел., 2019–3 чел., 2022–4 чел.)

Наибольшее количество выпускников, выбравших экзамен по физике, наблюдалось в гг. Владимир (313), Ковров (123) и Муром (107).

Диаграмма распределения оценок участников ОГЭ по физике в 2022 г.



Всего выпускников, не справившихся с ОГЭ, – 3 человека. Наиболее высокая доля выпускников, не справившихся с экзаменом, в Вязниковском районе (4,88% – 2 чел.) и г.Владимире (0,33% – 1 чел.). Наибольшее количество участников экзамена, получивших «отлично», в гг. Голубужино (29,17%) и Ковров (23,57 %).

Таблица 18

Динамика результатов ОГЭ по физике

Получили отметку	2018 г.		2019 г.		2022 г.	
	чел.	%	чел.	%	чел.	%
«2»	8	0,58	0,8	0,8	3	0,32
«3»	556	40,39	309	30,72	361	38,73

Получили отметку	2018 г.		2019 г.		2022 г.	
	чел.	%	чел.	%	чел.	%
«4»	616	14,32	725	55,81	435	46,67
«5»	210	15,11	174	13,39	133	14,27

#### Краткая характеристика КИМ по физике

В ОГЭ по физике приняло участие 932 выпускника (в 2019 году – 1046 тестируемых, что на 11% больше). На экзамене во Владимирской области было предложено 3 параллельных варианта. Анализ результатов экзамена выполнен на основе результатов всего массива участников основного периода ОГЭ по физике вне зависимости от выполненного варианта КИМ. Статистические данные для анализа представлены Государственным бюджетным учреждением Владимирской области «Региональный информационно-аналитический центр оценки качества образования» (ГБУ ВО РИАЦОКО).

Примеры заданий приведены из открытого варианта, который включал в себя элементы содержания из всех разделов школьного курса физики, задания варианта соответствовали кодификатору и спецификации 2022 года.

Выпускной экзамен по физике за курс основной школы в форме ОГЭ во Владимирской области в 2020 и в 2021 годах не проводился. Поэтому в 2022 году для выпускников девятых классов Владимирской области экзамен проводился по новой модели КИМ ОГЭ по физике.

Каждый вариант экзаменационной работы включал в себя 25 заданий, различающихся формой и уровнем сложности. По сравнению с 2019 годом общее количество заданий в экзаменационной работе уменьшено с 26 до 25. В сравнении с 2019 годом изменилась структура экзаменационной работы. Нет деления КИМ на части. Задания в работе выстраиваются, исходя из проверяемых групп умений. В группе предметных умений в КИМ – 2022 выделено умение на понимание принципов действия технических устройств.

В целом в КИМ представлены задания, проверяющие следующие группы предметных результатов:

- освоение понятийного аппарата курса физики основной школы и умение применять изученные понятия, модели, величины и законы для анализа физических явлений и процессов;
- овладение методологическими умениями (проводить измерения, исследования и ставить опыты);
- понимание принципов действия технических устройств;
- умение работать с текстами физического содержания;
- умение решать расчётные задачи и применять полученные знания для объяснения физических явлений и процессов.

Содержание заданий охватывает все разделы курса физики основной школы, при этом отбор содержательных элементов осуществлялся с учётом их значимости в общеобразовательной подготовке экзаменуемых. В работе контролировались элементы содержания из следующих разделов (тем) курса физики: механические явления, тепловые явления, электромагнитные явления и квантовые явления. Распределение заданий экзаменационной работы по содержательным разделам курса физики представлено в таблице 19.

Таблица 19.

**Распределение заданий по основным содержательным  
разделам (темам) курса физики**

<b>Раздел курса физики, включённый в работу</b>	<b>Вся работа</b>
Механические явления	11
Тепловые явления	5
Электромагнитные явления	8
Квантовые явления	1
Итого	25

В работу были включены задания трёх уровней сложности: базового, повышенного и высокого. Количество заданий с развёрнутым ответом увеличено с 5 до 6.

По сравнению с КИМ 2019 года, в КИМ 2022 используются новые модели заданий:

- задание 2 на распознавание законов и формул;
- задание 4 на проверку умения объяснять физические явления и процессы, в котором необходимо дополнить текст с пропусками предложительными словами (словосочетаниями);
- задания 5–10, которые ранее были с выбором одного верного ответа, а теперь предлагаются с кратким ответом в виде числа;
- задание 18 на понимание принципов действия технических устройств;
- задание 23 – расчётная задача повышенного уровня сложности с развёрнутым ответом, решение которой оценивается максимумом в 3 балла.

В задании 22 на объяснение явлений используется практико-ориентированный контекст. Изменились требования к выполнению экспериментальных заданий: обязательным является запись прямых измерений с учётом абсолютной погрешности. Кроме того, введены новые критерии оценивания экспериментальных заданий. Максимальный балл за выполнение этих заданий 3.

Общее количество заданий – 25. Максимальный первичный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы составил 45 баллов (по сравнению с 2019 годом – 40).

## АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ИЛИ ГРУПП ЗАДАНИЙ.

Статистический анализ выполнения заданий КИМ ОГЭ в 2022 году

В таблице 20 представлены проверяемые элементы содержания заданий, уровень сложности (Б – базовый, П – повышенный, В – высокий) и средний процент выполнения каждого задания по региону в целом и в группах с разным уровнем подготовки.

Таблица 20.

### Содержание открытого варианта КИМ ОГЭ 2022 года по физике и результаты выполнения заданий.

.Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Средний процент выполнения	Процент выполнения <sup>1</sup> по региону в группах, получивших отметку			
				«2»	«3»	«4»	«5»
1.	Правильно трактовать физический смысл используемых величин, их обозначения и единицы измерения; выделять приборы для их измерения (установление соответствия между физическими понятиями и приборами).	Б	87	17	79	91	97
1.	Различать словесную формулировку и математическое выражение закона, формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами (установление соответствия между физическими величинами и формулами).	Б	60	0	36	71	89
2.	Распознавать проявление изученных физических явлений, выделяя их существенные свойства/признаки (определение вида теплопередачи)	Б	59	0	44	66	79

<sup>1</sup> Вычисляется по формуле  $p = \frac{N}{n} \cdot 100\%$ , где  $N$  – сумма первичных баллов, полученных всеми участниками группы за выполнение задания,  $n$  – количество участников в группе,  $m$  – максимальный первичный балл за задание.

3.	Распознавать явление по его определению, описанию, характерным признакам и на основе опыта, демонстрирующих данное физическое явление. Различать для данного явления основные выроста или условия протекания явления (описание картины линий магнитного поля, полученной с помощью железных опилок при взаимодействии двух полюсовых магнитов).	Б	64	0	45	73	90
4.	Вычислять значение величины при анализе явлений с использованием законов и формул (формула центростремительного ускорения)	Б	72	33	59	77	91
5.	Вычислять значение величины при анализе явлений с использованием законов и формул (условие равновесия рычага)	Б	58	33	33	67	95
6.	Вычислять значение величины при анализе явлений с использованием законов и формул (количество теплоты, необходимое для нагревания жидкости до температуры кипения)	Б	60	0	34	72	96
7.	Вычислять значение величины при анализе явлений с использованием законов и формул (формула, связывающая работу электрического тока и напряжение)	Б	59	0	35	69	91
8.	Вычислять значение величины при анализе явлений с использованием законов и формул (свойства изображений в плоском зеркале)	Б	68	0	50	76	92
9.	Вычислять значение величины при анализе явлений с использованием законов и формул (определение состава ядер атомов)	Б	77	0	59	85	98

10.	Описывать изменения физических величин при протекании физических явлений и процессов (применение второго закона Ньютона к физическим процессам)	Б	74	50	61	79	96
11.	Описывать изменения физических величин при протекании физических явлений и процессов (реостат в цепи постоянного тока)	Б	63	33	44	71	86
12.	Описывать свойства тел, физические явления и процессы, используя физические величины, физические законы и принципы (анализ графика зависимости скорости от времени)	П	76	30	60	83	97
13.	Описывать свойства тел, физические явления и процессы, используя физические величины, физические законы и принципы (таблица зависимости температуры водяного пара, находящегося в закрытом сосуде от времени).	П	77	83	69	80	92
14.	Проводить прямые измерения физических величин с использованием измерительных приборов, правильно составлять схемы включения прибора в экспериментальную установку, проводить серию измерений (измерение угла преломления луча на границе воздух-стекло).	Б	65	33	47	73	89
15.	Анализировать отдельные этапы проведения исследования на основе его описания; делать выводы на основе описания исследования, интерпретировать результаты наблюдений и опытов (выбор правильных вариантов ответа на примере движения шарика вниз по наклонной плоскости из состояния покоя)	П	77	0	64	82	96

16.	Проводить косвенные измерения физических величин, исследование зависимостей между величинами (экспериментальное задание на реальном оборудовании: определение работы тока за 5 минут)	В	76	17	71	77	83
17.	Различать явления и закономерности, лежащие в основе принципа действия машин, приборов и технических устройств. Приводить примеры вклада отечественных и зарубежных учёных-физиков в развитие науки, объяснение процессов окружающего мира, в развитие техники и технологий (установление соответствия между техническими устройствами и физическими закономерностями)	Б	75	33	67	79	88
18.	Интерпретировать информацию физического содержания, отвечать на вопросы с использованием явно и неявно заданной информации. Преобразовывать информацию из одной знаковой системы в другую (выбор двух верных утверждений в соответствии с текстом)	Б	59	0	37	68	87
19.	Применять информацию из текста при решении учебно-познавательных и учебно-практических задач (определение зависимости смертности от выбросов оксида углерода по графику).	П	52	0	38	55	81
20.	Применять информацию из текста при решении учебно-познавательных и учебно-практических задач (изменение длины пружины при протекании по ней электрического тока).	П	26	0	11	26	67



21.	Объяснять физические процессы и свойства тел (изменение осадки корабля при переходе его из реки в море)	П	23	0	10	26	51
22.	Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины (применение закона сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе)	П	49	0	14	63	97
23.	Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины (комбинированная задача) (теорема о кинетической энергии, связь работы тела с изменением его кинетической энергией)	В	14	0	1	1	59
24.	Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины (комбинированная задача) (определение КПД двигателя электровоза, работа полная, работа полезная)	В	20	0	1	20	74

Лучше всего участники экзамена справились с заданиями:

- линии 1 на проверку умения правильно устанавливать соответствие между физическими понятиями и примерами;
- линии 5 на проверку умения вычислять значение величины при анализе явлений с использованием формулы центростремительного ускорения;
- линии 10 на определение состава ядер атомов;
- линии 11 на проверку умения описывать изменения физических величин при протекании физических явлений и процессов (второй закон Ньютона),
- линии 16 на установление соответствия между техническими устройствами и физическими закономерностями.

В таблице 21 представлены результаты выполнения заданий различных уровней сложности в среднем и для групп участников получивших разные отметки на экзамене. Базовый уровень в целом освоен участниками экзамена, кроме группы участников, получивших на экзамене «2» и «3». С заданиями повышенного уровня сложности справились все участники экзамена. С заданиями высокого уровня сложности справились участники экзамена, получившие отметку «3», «4» и «5». В целом задачи высокого уровня сложности не представляют проблем для четвертой группы участников экзамена.

Таблица 21

## Выполнение заданий разного уровня сложности

Группы заданий разного уровня сложности	Средний % выполнения		Процент выполнения по региону в группах, получивших отметку			
	2021 год	2022 год	«2»	«3»	«4»	«5»
Базовый уровень	59	67	15	49	74	91
Повышенный уровень	55	54	17	38	55	83
Высокий уровень	35	37	6	24	36	72

Средний процент выполнения всех заданий базового уровня сложности 67, что выше 50%, следовательно, содержание физического образования в целом освоено в среднем по региону. В целом тестируемые успешно выполняют все задания базового уровня на применение наиболее значимых законов и формул.

Для заданий повышенного и высокого уровня сложности содержательный элемент считается освоенным, если средний процент выполнения не менее 15%. Данный уровень превзойден во всех заданиях повышенного и высокого уровня сложности за исключением задания 24 (комбинированная задача). В целом средний показатель выполнения заданий повышенного уровня – 54%, заданий высокого уровня – 37%. В сравнении с 2019 годом: разницы в выполнении заданий разного уровня практически нет: новизна заданий, новые требования к оцениванию экспериментального задания, а также двухгодичный перерыв в проведении экзамена не повлияли на результат выполнения работы.

Для характеристики результатов выполнения работы группами экзаменуемых с различным уровнем подготовки выделяется четыре группы: участники из группы 1 (не преодолевшие минимального балла, получивших отметку «2») – 3 человека, 0,3% от всех сдающих. Данная группа продемонстрировала освоение элементов содержания и овладения проверяемыми умениями только по трем заданиям:

– задание 11 на проверку умения описывать изменения физических величин при протекании физических явлений и процессов (второй закон Ньютона),

– задание 14 на проверку умения описывать свойства тел, физические явления и процессы, используя физические величины, физические законы и принципы (выявление закономерности по таблице зависимости температуры водяного пара, находящегося в закрытом сосуде от времени),

– задание 17 на проверку умения проводить косвенные измерения физических величин, исследование зависимостей между величинами (экспериментальное задание на реальном оборудовании на определение работы тока).

Средний процент выполнения заданий базового уровня составил для этой группы 15, повышенного уровня – 17.

Группа 2 (получивших отметку «3») – 361 человек, 38,7% от всех сдающих. Результаты выполнения заданий базового уровня составили в среднем 49%; для заданий повышенного уровня этот показатель – 38%, для заданий высокого уровня сложности – 24%. Таким образом, данная группа в целом демонстрирует освоение содержания курса физики основной школы на базовом уровне сложности. Среди заданий базового уровня в этой группе тестируемых результаты ниже уровня освоения зафиксированы для линий заданий:

- 2 на установление соответствия между физическими величинами и формулами,
- 3 на проверку умения распознавать проявление изученных физических явлений, выделяя их существенные свойства/признаки (тепловой редача),
- 4 на проверку умения распознавать явление по его определению, описанию, характерным признакам и на основе опытов, демонстрирующих данное физическое явление; различать для данного явления основные свойства или условия протекания явления (описание картриджей линий магнитного поля, полученной с помощью железных опилок при взаимодействии двух полюсов магнитов),
- 6, 7, 8 на проверку умения вычислять значение величины при анализе явлений с использованием законов и формул (условие равновесия рычага, количество теплоты, необходимое для нагревания жидкости до температуры кипения, работа электрического тока),
- 15 на проверку умения проводить прямые измерения физических величин с использованием измерительных приборов, правильно составлять схемы включения прибора в экспериментальную установку, проводить серию измерений (измерение угла преломления по фотографии преломления луча на границе воздух-стекло),
- 19 на проверку умения интерпретировать информацию физического содержания, отвечать на вопросы с использованием явно и неявно заданной информации. Преобразовывать информацию из одной знаковой системы в другую (выбор двух верных утверждений в соответствии с текстом).

Обращает на себя внимание тот факт, что тестируемые этих групп не справляются с заданиями базового уровня, но могут выполнять задания повышенного уровня, тестируемые, получившие на экзамене «3», могут решать даже задания высокого уровня. По всей видимости, эти группы составили выпускники, не осуществившие серьезную подготовку к экзамену: они владеют некоторыми умениями, у них развиты такие мыслительные операции как анализ и синтез, однако у них недостаточно конкретных знаний в области физики.

Группу 3 составляют выпускники, получившие отметку «4». Это самая многочисленная группа тестируемых – 435 человек, 46,7% от всех сдающих.

Средний процент выполнения заданий базового уровня составляет 74%, повышенного уровня – 59%, высокого уровня – 36%. От предыдущей группы эту группу отличает успешное выполнение всех линий заданий базового уровня, а также освоение курса физики на уровне выполнения всех линий заданий повышенного уровня. Данная группа также освоила умение решения расчетных задач высокого уровня сложности, демонстрируя частичное решение с ошибками в основных уравнениях.

Группа 4, получившие отметку «5», – 133 человека, 14% от всех сдающих. Для данной группы характерно освоение всех элементов содержания и всех проверяемых способов деятельности. Средний процент выполнения заданий базового уровня составляет 91%, повышенного уровня – 83%, высокого уровня – 72%. Все группы умений освоены на хорошем уровне, в том числе, и умения решать различные качественные задачи, выстраивая рассуждения с опорой на изученные законы и свойства физических явлений, и решать расчетные задачи высокого уровня сложности по всем разделам школьного курса физики.

В таблице 22 представлены основные результаты выполнения экзаменационной работы по проверяемым блокам умений.

Таблица 22

Освоение основных блоков умений .

Проверяемые умения	Средний % выполнения	Процент выполнения по региону в группах, получивших отметку			
		«2»	«3»	«4»	«5»
Владение понятийным аппаратом курса физики: распознавание явлений, вычисление значения величин, использование законов и формул для анализа явлений и процессов	68	20	51	76	92
Методологические умения (проведение измерений и опытов)	73	17	61	77	89
Понимание принципов действия технических устройств, вклада учёных в развитии науки	76	33	67	79	88
Работа с текстом физического содержания	55	0	38	62	84
Решение расчётных и качественных задач	29	0	7	29	70

В целом можно отметить успешное освоение умений тестируемыми групп 2, 3, 4. В группе 1 у не преодолевших порог участия экзамена не сформированы умения ни по одному из блоков умений. В группе 2 (получивших отметку «3») умения по работе с текстом физического содержания и умение решать расчётные и качественные задачи сформировано на недостаточном уровне. Таким образом, выпускников, попавших в данную группу, отличает то, что они обладают некоторыми знаниями в области физического образования, однако, умения у тестируемых данной группы сформированы слабо. Решение задач по силам только в группах с хорошим и отличным уровнями подготовки.

В таблице 23 приведены результаты выполнения заданий экзаменационной работы по содержательным разделам школьного курса физики.

Таблица 23

Освоение основных содержательных разделов курса физики

Раздел курса физики, включённый в работу	Средний процент выполнения	Процент выполнения по региону в группах, получивших отметку			
		«2»	«3»	«4»	«5»
Механические явления	60	18	44	66	86
Тепловые явления	61	17	44	68	87
Электромагнитные явления	60	11	43	66	86
Квантовые явления	77	0	59	85	98

Экзамен выявил дефициты в освоении всех разделов курса физики, включённых в работу, у групп участников экзамена, получивших отметки «2» и «3».

На недостаточном уровне освоены следующие элементы содержания в группе тестируемых, получивших на экзамене отметку «3»:

- теплопередача,
- магнитное поле,
- условие равновесия рычага,

- количество теплоты, необходимое для нагревания тела до температуры кипения,
- работа электрического тока,
- реостат в цепи постоянного тока,
- закон преломления света,
- закон Архимеда.

Отметим хорошие и отличные знания всех разделов физики в третьей и четвертой группах участников, поучивших отметку «4» и «5».

### Содержательный анализ выполнения заданий КИМ ОГЭ

По результатам выполнения групп заданий, проверяющих одинаковые элементы содержания и требующих для их выполнения одинаковых умений, можно говорить об усвоении всех элементов содержания и умений.

Рассмотрим более подробно основные результаты выполнения групп заданий, проверяющих различные способы действий. В примерах указан номер задания КИМ, текст задания по открытому варианту, и средний по всем вариантам процент выполнения.

### Владение понятийным аппаратом курса физики

Для проверки сформированности умений владения понятийным аппаратом выпускникам основной школы был предложен блок из 14 заданий. Рассмотрим некоторые из них.

Задание № 5 (выполнение 72%).

*Радиус окружности, по которой движется тело, увеличили в 4 раза, линейную скорость тела увеличили в  $\sqrt{2}$  раза. Во сколько раз уменьшилось центростремительное ускорение тела?*

Задание на проверку знания формулы центростремительного ускорения. Выпускники обычно хорошо знают эту формулу. Вероятнее всего ошибки встречались по причине того, что при записи ответа нужно было учесть формулировку вопроса задачи и ответить во сколько раз уменьшилось центростремительное ускорение тела, но не увеличилось.

Задание № 8 (выполнение 59%).

*Электрические силы при перемещении электрона из одной точки поля в другую совершают работу, равную по модулю  $1,2 \cdot 10^{-15}$  Дж. Чему равно электрическое напряжение между этими точками?*

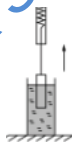
Чтобы выполнить задание, нужно применить лишь одну формулу. 41% тестируемых не справились с этим заданием, возможно, из-за не знания формулы, связывающей работу и напряжение, возможно, из-за того, что не увидели в тексте, что электрические силы перемещают электрон – заряженную частицу, обладающую зарядом.

Задание № 9 (выполнение 68%).

*Предмет, расположенный перед плоским зеркалом, приблизили к нему на 5 см. Насколько уменьшилось расстояние между предметом и его изображением?*

Наиболее типичная ошибка при выполнении задания на плоское зеркало – незнание свойств изображений в плоском зеркале, и, самое главное, не сформированность понятия «мнимое изображение».

Задание № 11 (выполнение 74%).



Груз, подвешенный к динамометру и опущенный в стакан с водой, с постоянной скоростью медленно вытаскивают из воды (см. рисунок). Как по мере выхода груза из воды изменяются сила тяжести и сила упругости, действующие на груз?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Аналогичное задание было предложено выпускникам в 2011 году. Средний процент выполнения задания - 71.

Груз, подвешенный к динамометру и опущенный в стакан с водой до полного погружения, с постоянной скоростью вытаскивают из воды (см. рисунок). Как в процессе выхода груза из воды изменяются сила упругости со стальной пружины и сила Архимеда, действующая на груз?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) не изменяется

Не смотря на то, что в задании нужно было определить характер изменения других сил: силы Архимеда и силы упругости, тестируемые увидели одинаковое проявление в заданиях одного и того же закона – второго закона Ньютона. Процент выполнения этих задач в разные годы сопоставим со статистической погрешностью.

### Владение методологическими умениями

Для проверки сформированности методологических умений выпускников основной школы тестируемым были предложены задания 15, 16, 17.

Задаче № 15 (выполнение 65%).

На границе воздух-стекло световой луч частично отражается, частично преломляется (см. рисунок).



Угол преломления равен прямому

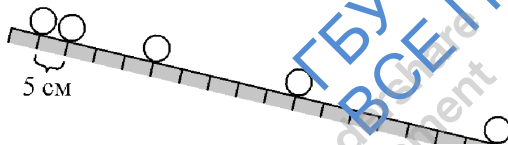
1)	30°	2)	35°	3)	55°	4)	60°
----	-----	----	-----	----	-----	----	-----

Ответ: \_\_\_\_\_

При выполнении данного задания могли возникнуть проблемы из-за того, что в задании нет явного указания на то из какой среды и в какую идет световой луч (из воздуха в стекло или из стекла в воздух), также могла иметь место распространенная ошибка в определении угла преломления. Зачастую школьники ошибочно полагают, что угол преломления это угол между световым лучом и границей раздела двух сред.

Задание № 16 (выполнение 76%).

Учитель на уроке провел опыт по изучению движения тела по наклонной плоскости: шарик скатывался по наклонной плоскости из состояния покоя, при этом фиксировались начальное положение шарика и его положение через каждую секунду после начала движения (см. рисунок)



Выберите из предложенного перечня два утверждения, которые соответствуют результатам проведенных экспериментальных наблюдений. Укажите их номера.

- 1) Характер движения шарика зависит от силы трения.
- 2) Движение шарика является неравномерным.
- 3) При увеличении угла наклона плоскости ускорение шарика не изменяется
- 4) Пути, проходимые шариком за последовательные равные промежутки времени, относятся как ряд последовательных четных чисел.
- 5) За две секунды шарик прошел путь, равный 20 см.

Аналогичное задание на анализ экспериментальных данных по предложенному рисунку в 2019 году было выполнено несколько успешнее (средний процент выполнения задания 87). При внимательном прочтении задания можно сразу выделить два дистрактора. Первый и третий варианты ответов не подходят, так как в эксперименте не фиксировали ни силу трения, ни ускорение, также не меняли угол наклона плоскости. Следует обратить внимание на четвертый дистрактор: в кодификаторе нет формулы зависимости модулей векторов перемещений, совершаемых телом за последовательные равные промежутки времени, относится как ряд последовательных нечетных чисел. Возможно незнание этой формулы явилось причиной не выполнения (не полного выполнения) данного задания.

Задание № 17 (выполнение 75%).

Используя источник тока, вольтметр, амперметр, ключ, реостат, соединительные провода и резистор, обозначенный  $R_1$ , соберите экспериментальную установку для определения работы электрического тока на резисторе  $R_1$ . При помощи реостата установите в цепи силу тока 0,5 А. Определите работу электрического тока за 5 минут. Абсолютная

погрешность измерения силы тока равна  $\pm 0,02$  А, абсолютная погрешность измерения напряжения равна  $\pm 0,1$  В.

В бланке ответов № 2:

- 1) нарисуйте электрическую схему эксперимента;
- 2) запишите формулу для расчёта работы электрического тока;
- 3) укажите результаты измерения напряжения и силы тока с учётом абсолютных погрешностей измерений;
- 4) запишите значение работы электрического тока.

По сравнению с 2019 годом экспериментальное задание оценивалось в соответствии с новыми критериями оценивания. Максимальный балл за него равен 3. При выполнении задания на реальном оборудовании значимым является проведение реального опыта с необходимыми измерениями. Теперь 1 балл можно получить только при наличии верных прямых измерений.

Полностью правильное выполнение экспериментального задания включает в себя:

- 1) рисунок экспериментальной установки;
- 2) формулу для расчёта искомой величины (в данном случае для работы электрического тока через напряжение, силу тока и время);
- 3) правильно записанные результаты прямых измерений с учётом заданных абсолютных погрешностей измерений (в данном случае, результаты измерения силы тока и электрического напряжения);
- 4) полученное правильное числовое значение искомой величины.

В большинстве оцененных работ схема была выполнена верно. Ошибки встречались при изображении реостата, в записи прямых измерений. Запись результата измерения с учётом погрешности была, как правило, верной. В единичных случаях были ошибки в используемой формуле. В некоторых работах в записи ответа отсутствовали единицы измерения. В соответствии с новыми критериями оценивания минимальный балл за работу не выставляется, если неверно записаны результаты прямых измерений.

Зачастую, проблемы связанные с выполнением экспериментального задания, вызваны не столько уровнем подготовки девятиклассника, культурой проведения эксперимента и его оформлением, сколько пониманием уровня ответственности и профессионализма технического специалиста, обязанностью которого, является не только подготовка и постоянное слежение за качеством требуемого оборудования, но и заполнение дополнительного бланка ответов №2.

Анализ работ тестируемых и дополнительных бланков №2 показал, что технические специалисты не всегда корректно заполняют дополнительный бланк ответов №2.

Понимание принципов действия технических устройств, вклада учёных в развитии науки.

Для проверки сформированности данного умения ВКИМ было предложено задание 18.

Задание № 18 (выполнение 75%).

Установите соответствие между техническими устройствами и физическими закономерностями, лежащими в основе принципа их действия.

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



ТЕХНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА	ФИЗИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
А) пружинный динамометр	1) Зависимость гидростатического давления от высоты столба жидкости
Б) высотомер	2) Условие равновесия рычага
	3) Зависимость силы упругости от степени деформации тела
	4) Изменение атмосферного давления при подъеме в горы

Достаточно хорошим средним процент выполнения задания. Однако полностью выполнили задание и получили за него 2 балла, т.е. верно указали 2 верных ответа лишь 55% тестируемых. 40% тестируемых справились с заданием частично, дали один верный ответ, который вероятнее всего был связан с пружинным динамометром. Пружинный динамометр достаточно подробно изучается в школьном курсе физики.

### Работа с текстом физического содержания

Данный блок умений представлен двумя заданиями – 19 и 20. Тестируемым был предложен текст «Здоровье человека и загрязнение окружающей среды» и два задания к нему (базового и повышенного уровней) со множественным выбором.

Задание № 19 (выполнение 59%).

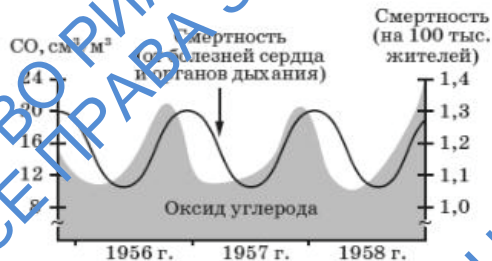
Выберите два верных утверждения, которые соответствуют содержанию текста. Запишите в ответ их номера.

- 1) Образ жизни и окружающая среда в одинаковой степени влияют на здоровье населения.
- 2) Образование ядовитых туманов связано с техногенными факторами.
- 3) Нитриты не представляют опасности для здоровья человека.
- 4) Здоровье человека определяется, главным образом, его наследственностью.
- 5) Загрязнение грунтовых вод может отразиться на качестве продуктов молочной и мясной промышленности.

Непосредственно в тексте нужно было выбрать верные варианты ответов. Однако только 30% тестируемых нашли оба верных ответа и 30% вообще не приступали к выполнению задания. Это можно объяснить либо нехваткой времени для выполнения тестовой работы, либо неумением и нежеланием читать длинный текст в тесте по физике.

Задание № 20 (выполнение 52%).

На рисунке представлены экспериментальные данные по выбросам оксида углерода и смертности от болезней сердца и органов дыхания в течение нескольких лет для одного из регионов. Какой вывод можно сделать по результатам представленных данных? Ответ поясните.



Полностью, на максимальный балл это задание не было выполнено ни одним выпускником. Только 30% тестируемых смогли выполнить это задание частично, на 1 балл, почти столько же (29%) не приступили к выполнению. Приступившие к выполнению в основной своей массе не смогли грамотно, опираясь на график, выстроить обоснование. В ответах тестируемых как правило нет анализа графика: периодичности выбросов  $\text{CO}_2$  и смертности, запаздывание выбросов относительно смертности. Т.е. нужно было обратить внимание на малый интервал времени между пиками двух графиков, что указывает на то, что число смертей возрастает из-за выбросов  $\text{CO}_2$ . Часто можно встретить односложный ответ «больше выбросов – больше смертность».

### Решение расчётных и качественных задач

Данный блок был представлен двумя качественными задачами и тремя расчетными.

Задание № 21 (выполнение 26%).



На длинных проводящих нитях (см. рисунок), подсоединённых к источнику постоянного тока, подвешена другая медная пружинка длиной  $l_0$ . Что произойдёт с длиной пружины, если цепь разомкнуть? Изменением размера пружины при нагревании пренебречь. Ответ поясните.

Малый процент тестируемых смог набрать за это задание 2 балла. В ряде работ присутствуют рассуждения о нагревании спирали при протекании тока, хотя в условии задания было пояснение, что «изменением размера пружины при нагревании пренебречь». В ряде работ отсутствует указание на то, что токи, текущие в одном направлении притягиваются.

Есть работы, в которых взаимодействие токов подменялось взаимодействием электрических зарядов, появившихся на концах пружины.

Задание № 22 (выполнение 23%).

Что произойдёт с осадкой корабля при переходе из реки с пресной водой в море с солёной водой? Почему? (Осадка – глубина погружения корабля в воду).

Самая распространенная ошибка при решении этой задачи – не используется условие плавания тел, в соответствии с которым  $F_{\text{выт}} = \rho g V$ , следовательно  $F_{\text{архимедск}} = F_{\text{архимедсн}}$ .

Почти во всех работах делается вывод об изменении осадки, но причины, вызвавшие это изменение, называются неверные. Часто можно встретить рассуждения о том, что плотность морской воды больше плотности пресной воды, следовательно, в соответствии с формулой закона Архимеда  $F_{\text{арх}} = \rho g V$  сила Архимеда тоже должна увеличиться, на этом основании делается ошибочный вывод о том, что осадка увеличилась вдвое, забывая о главном – объеме погруженного тела.

Задание № 24 (выполнение 14%).

*Пуля массой 9 г, движущаяся со скоростью 800 м/с, пробила доску толщиной 2 см и при выходе из доски имела скорость 200 м/с. Определите среднюю силу сопротивления, действующую на пулю в доске.*

80% тестируемых не приступало к решению этой задачи. Безусловно, не все девятиклассники смогут проанализировать описанную ситуацию и увидеть в ней проявление закона сохранения механической энергии. У приступивших верная запись теоремы о кинетической энергии встречалась лишь в единичных работах при определении  $\Delta E_{\text{кин}} = E_{\text{кин}2} - E_{\text{кин}1}$  часто встречалась запись  $\Delta E_{\text{кин}} = E_{\text{кин}1} - E_{\text{кин}2}$ ). Вторая распространенная ошибка была связана с отсутствием знака «-» в формуле работы силы сопротивления. Много было расчетных ошибок и ошибок в переводе в СИ.

Задание № 25 (выполнение 20%).

*С какой скоростью движется электровоз, если при этой скорости он развивает силу тяги, равную 336 кН? Сила тока в обмотке электродвигателя равна 1200 А, а напряжение сети 3000 В. КПД двигателя электровоза 84%.*

К этой задаче не приступало 75% тестируемых. Хотя формулу КПД выпускники знают хорошо, но развить логику по анализу и решению задачи дальше смогли единицы. Самая распространенная ошибка при решении этой задачи это путаница в понятиях мощности и работа. В бланках ответов нередко можно увидеть ошибочные равенства  $A = P$ ,  $A = Fv$ ,  $A = IU$ . В большинстве работ была «утеряна» формула  $P = A/t$ .

Как и в предыдущей задаче были ошибки в математических вычислениях.

Анализ выполнения новых заданий КИМ 2022 года.

С 2020 года в КИМ используются новые модели заданий: задание 2 на распознавание законов и формул; задание 4 на проверку умения объяснять физические явления и процессы, в котором необходимо дополнить текст с пропусками предложенными словами (словосочетаниями) задания 5–10, которые ранее были с выбором одного верного ответа, а теперь предлагаются с кратким ответом в виде числа; задание 23 – расчётная задача повышенного уровня сложности с развёрнутым ответом, решение которой оценивается максимально в 3 балла.

Рассмотрим выполнение этих заданий.

Задание № 2 (выполнение 60%).



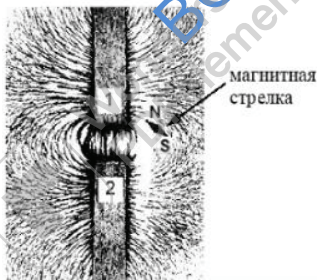
Сплошной кубик, имеющий плотность  $\rho_k$  и длину ребра  $a$ , опустили в цилиндрический сосуд с жидкостью, плотность которой равна  $\rho_{ж}$  (см. рисунок).

Установите соответствие между формулами и физическими величинами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФОРМУЛЫ	ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ
А) $\rho_{ж} g h_1 a^3$	1) Сила тяжести, действующая на кубик
Б) $\rho_k a^3$	2) Масса кубика
	3) Сила давления жидкости на нижнюю грань кубика
	4) Сила давления жидкости на верхнюю грань кубика

Задание оказалось не простым для тестируемых. 2 верных ответа, не выбрал никто из тестируемых. 60% тестируемых верно выбрали один правильный ответ. 40% тестируемых либо совсем не поняли ситуацию, описанную в задаче, либо затруднились с выбором верного ответа, соответствующего, скорее всего, формуле А.

Задание № 4 (выполнение 64%).



Прочитайте текст и вставьте на места пропусков слова (словосочетания) из приведенного списка.

На рисунке представлена картина линий магнитного поля, полученная с помощью железных опилок от двух полосовых магнитов, размещенных на поверхности деревянного стола (визуально сверху). Рядом размещена маленькая магнитная стрелка на подставке, способная свободно ориентироваться в магнитном поле.

Картина магнитных линий соответствует (А) \_\_\_\_\_ полосовых магнитов, следовательно, полюсы 1 и 2 являются (Б) \_\_\_\_\_. Так как магнитная стрелка притянулась к полюсу 1, то он является (Г) \_\_\_\_\_ полюсом указанного магнита.

Список слов и словосочетаний:

- 1) Электрическое взаимодействие
- 2) Притяжение
- 3) Отталкивание
- 4) Одноименный

- 5) Разноименный
- 6) Северный
- 7) Южный

Запишите в таблицу в brackets цифры под соответствующими буквами.

Данное задание оценивается 2 баллами, если верно указаны все элементы ответа; 1 баллом, если допущена ошибка в одном из элементов ответа, и 0 баллов, если в ответе допущено более одной ошибки. Если количество элементов в ответе больше количества элементов в эталоне или ответ отсутствует, то ставится 0 баллов. Выбрать все верные слова/словосочетания смогли чуть более половины тестируемых. Вероятно, сложности при выполнении данного задания могли возникнуть не столько из-за новой формы задания, сколько из-за содержания задания.

Задание № 23 (выполнение 49%).

Тело массой 800 г движется в горизонтальном направлении со скоростью 4 м/с и сталкивается с телом массой 400 г, движущимся по той же прямой ему навстречу со скоростью 2 м/с. Определите скорость тел после удара, если они стали двигаться как единое целое.

Задание 23 – расчётная задача повышенного уровня сложности с развёрнутым ответом, решение которой оценивается максимально в 3 балла. Базовая задача, но ее решение нужно было верно оформить. Ошибка в записи кратко условия или переводе единиц в СИ уже ведут к потере 1 балла. В большинстве работ верно записан закон сохранения импульса в векторном виде. Самая распространенная ошибка – ошибка при переводе закона сохранения импульса в скалярный вид, тестируемые не учитывают направление движения тел.

В таблице 24 приведены для сравнения результаты освоения основных групп предметных результатов за три года.

Таблица 24

**Сравнение освоения основных умений и способов действий.**

Виды деятельности	Средний % выполнения по группам заданий		
	2018 год	2019 год	2022 год
Владение основным понятийным аппаратом школьного курса физики	59	77	68
Владение основными знаниями о методах научного познания и экспериментальными умениями	48	82	73
Решение задач различного типа и уровня сложности	32	38	26
Понимание текстов физического содержания	53	74	55
Использование приобретенных знаний и умений в практической деятельности и повседневной жизни	14	46	
Понимание принципов действия технических устройств, вклада учёных в развитии науки			75

Значимое уменьшение произошло в умениях решения задач и понимании текстов предметного содержания. Это уменьшение можно было ожидать вследствие изменения структуры и содержания КИМ: выпускникам теперь предлагается фактически три качественные задачи и три расчётные, а также двухгодичным перерывом в проведении экзамена. Качественные задачи всегда решались менее успешно, нежели количественные,

в частности потому, что это всегда практико-ориентированные задачи, описывающие ситуации «жизненного» характера

**Анализ метапредметных результатов обучения, повлиявших на выполнение заданий КИМ**

В явном виде принцип метапредметности реализуется в заданиях КИМ, проверяющих умения использовать полученные знания в ситуациях «жизненного» характера:

- линии 9 на распознавание физических явлений;
- линии 18 – контекстное задание на понимание принципов действия различных технических устройств;
- линии заданий 20 на умение применять информацию из текста при решении учебно-познавательных и учебно-практических задач;
- линии 22 – контекстная качественная задача.

В таблице 25 представлены основные результаты по освоению метапредметных умений, представленных этими линиями заданий.

Таблица 25.

**Освоение метапредметных умений**

	Средний процент выполнения	Процент выполнения по региону в группах, получивших отметку			
		«2»	«3»	«4»	«5»
Метапредметные умения	52	8	40	57	75

Приведем пример такого задания.

Задание № 3 (выполнение 59%).

*В солнечный день на пляже бывает невозможно пройти босиком по разогретому песку. Какой способ теплопередачи преимущественно объясняет нагревание песка в солнечный день?*

- 1) Теплопроводность
- 2) Излучение
- 3) Конвекция
- 4) Конвекция и теплопроводность

Понятие теплопередачи, описанное в учебнике, нужно было распознать в жизненной ситуации.

Задание № 6 (выполнение 58%).

*Ученик выполнял лабораторную работу по исследованию условий равновесия легкого рычага. Результаты для сил и их плеч, которые он получил, представлены в таблице*

$F_1 H$	$l_1 M$	$F_2 H$	$l_2 M$
30	?	15	0,4

*Чему равно плечо  $l_1$ , если рычаг находится в равновесии?*

В соответствии с обобщенным планом КИМ, представленным в спецификации, данное задание не является метапредметным. Оно проверяет умение вычислять значение величины при анализе явлений с использованием законов и формул. Однако, информация в задаче представлена в табличном виде. Для выполнения этого задания тестируемым нужно перевести информацию из табличного вида в аналитический. Кроме того, задача представляет собой трансляцию лабораторной работы из курса физики 7 класса. Лабораторная работа «Исследование условий равновесия рычага» проводится в обязательном порядке в соответствии с примерной рабочей программой по физике на уровне основного общего образования для 7–9 классов образовательных организаций, одобренной решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол 3/21 от 27.09.2021). Выполняя эту лабораторную работу, овладевая экспериментальными умениями, учителя должны были заполнить аналогичную таблицу. Поэтому это задание также можно считать метапредметным заданием.

Для сравнения можно привести задание №4 из КИМ 2019 года на условие равновесия рычага, которое также можно считать метапредметным. (Процент выполнения 52).

*Легкий рычаг находится в равновесии под действием двух сил (см. рисунок).*



*Выигрыш в силе равен*

1)	1,4	2)	2	3)	2,4	4)	2,5
----	-----	----	---	----	-----	----	-----

Проценты выполнения заданий и в 2019 и в 2022 году в принципе сопоставимы. В этой задаче тестируемым нужно было информацию извлечь из рисунка. Видимое изменение формы предъявления информации (таблица, рисунок) не влияет на доступность заданий. Приступая к выполнению этих заданий, тестируемые видят контекст, описанный в задаче, и не обращают внимание на форму подачи содержания. То, что процент выполнения задачи в 2019 году несколько ниже, чем в 2022 году, можно объяснить нестандартностью ситуации (силы направлены в разные стороны и действуют с одной стороны от оси вращения рычага).

Все задания КИМ ОГЭ по физике можно считать метапредметными, так как для их выполнения предполагается использовать умения по извлечению из задания информации, представленной в различном виде (табличном, графическом, с помощью рисунка и т.д.) и переводить ее в аналитический вид; умения работать с понятийным аппаратом предмета, умения, связанные с освоением общечеловеческих приемов познания (сравнение, моделирование, классификация...) применять для выполнения заданий с развернутым ответом, особенно, решения качественных; умения, связанные с овладением различными методами познания применять для решения экспериментальных задач. Поэтому метапредметные результаты нельзя рассматривать отдельно от сформированных понятий и освоенных видов деятельности. Следует отметить, большой объем предметного содержания образования в

основной школе не позволяет в отведенное время организовать его усвоение на уровне применения знаний в нетиповых учебных ситуациях.

Выводы об итогах анализа выполнения заданий, групп заданий:

- Перечень элементов содержания / умений, навыков, видов познавательной деятельности, освоение которых всеми школьниками региона в целом можно считать достаточным:
  - Правильно трактовать физический смысл используемых величин: устанавливать соответствие между физическими понятиями и примерами;
  - Различать словесную формулировку и математическое выражение закона, формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами; устанавливать соответствие между физическими величинами и формулами);
  - Распознавать проявление изученных физических явлений, выделяя их существенные свойства/признаки: теплопередача;
  - Распознавать явление по его определению, описанию, характерным признакам и на основе опытов, демонстрирующих данное физическое явление. Различать для данного явления основные свойства или условия протекания явления: описывать картины линий магнитного поля, полученной с помощью железных опилок при взаимодействии двух полосовых магнитов;
  - Вычислять значение величины при анализе явлений с использованием законов и формул: формулы центростремительного ускорения; условия равновесия рычага; количество теплоты, необходимого для нагревания жидкостей до температуры кипения; формулы, связывающей работу электрического тока и напряжение; свойства изображений в плоском зеркале; определение состава ядер атомов;
  - Описывать изменения физических величин при протекании физических явлений и процессов: применение второго закона Ньютона; реостат в цепи постоянного тока; проводить анализ графика зависимости скорости от времени; анализ данных таблицы зависимости температуры водяного пара, находящегося в закрытом сосуде от времени;
  - Проводить прямые измерения физических величин с использованием измерительных приборов, правильно составлять схемы включения прибора в экспериментальную установку, проводить серии измерений: измерение угла преломления по фотографии преломления луча на границе воздух-стекло;
  - Анализировать отдельные этапы проведения исследования на основе его описания: делать выводы на основе описания исследования, интерпретировать результаты наблюдений опытов движения шарика вниз по наклонной плоскости из состояния покоя;
  - Проводить косвенные измерения физических величин, исследование зависимостей между величинами: определение работы тока за 5 минут;
  - Различать явления и закономерности, лежащие в основе принципа действия машин, приборов и технических устройств: установление соответствия между техническими устройствами и физическими закономерностями;
  - Отвечать на вопросы с использованием явно и неявно заданной информации;
  - Применять информацию из текста при решении учебно-познавательных и учебно-практических задач: определение зависимости смещенности от выбросов оксида углерода по графику; изменение длины пружины при протекании по ней электрического тока;
  - Объяснять физические процессы и свойства тел: изменение осадки корабля при переходе его из реки в море;



– Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины: применение закона сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе; теорема о кинетической энергии, связь работы тела с изменением его кинетической энергией; определение КПД двигателя, формулы работа полной и работы полезной.

- Перечень элементов содержания / умений, навыков, видов познавательной деятельности, освоение которых школьниками, получивших отметку «3», нельзя считать достаточным:

- Различать словесную формулировку и математическое выражение закона, формулы, связывающие данную физическую величину с другими величинами: устанавливать соответствие между физическими величинами и формулами);

- Распознавать проявление изученных физических явлений, выделяя их существенные свойства/признаки: теплопередача;

- Распознавать явление по его определению, описанию, характерным признакам и на основе опытов, демонстрирующих данное физическое явление. Различать для данного явления основные свойства или условия протекания явления: описать картины линий магнитного поля, полученной с помощью железных опилок при взаимодействии двух полосовых магнитов;

- Вычислять значение величины при анализе явлений с использованием законов и формул: условия равновесия рычага; количество теплоты, необходимого для нагревания жидкости до температуры кипения; формулы, связывающей работу электрического тока и напряжение;

- Описывать изменения физических величин при протекании физических явлений и процессов: реостат в цепи постоянного тока;

- Проводить прямые измерения физических величин с использованием измерительных приборов, правильно составлять схемы включения прибора в экспериментальную установку, проводить серию измерений: измерение угла преломления по фотографии преломления луча на границе воздух-стекло;

- Отвечать на вопросы с использованием явно и неявно заданной информации;

- Применять информацию из текста при решении учебно-познавательных и учебно-практических задач: определение зависимости смертности от выбросов оксида углерода по графику; изменение длины пружины при протекании по ней электрического тока;

- Объяснять физические процессы и свойства тел: изменение осадки корабля при переходе его из реки в море;

- Решать расчётные задачи, используя законы и формулы, связывающие физические величины: применение закона сохранения импульса при абсолютно неупругом ударе; теорема о кинетической энергии, связь работы тела с изменением его кинетической энергией; определение КПД двигателя, формулы работа полной и работы полезной.

#### ***Выводы о вероятных причинах затруднений и типичных ошибок обучающихся.***

1. Несформированность понятийного аппарата физики (умение распознать явление по его определению, описанию; выделить его характерные признаки, свойства или условия протекания) отрицательно сказывается на выполнении всех заданий КИМ, как базового, так и повышенного и высокого уровней.

2. Недостаточное владение математическими умениями, необходимыми для выполнения заданий КИМ (умения работать с векторами, представлять число в стандартном виде, умение работать с функциональными зависимостями, с графиками) приводит к неверной

записи основных законов физики при решении задач с развернутым ответом и вычислительным ошибкам в заданиях всех уровней сложности.

3. Невысокий уровень читательской компетентности (умение при работе с текстом выделить в нем главное; найти ответ на вопрос, непосредственно связанный с текстом; проанализировать текст; перевести аналитическую информацию в графический или табличный вид и обратно) также приводит к проблемам в выполнении заданий КИМ, особенно заданий по тексту физического содержания; а неумение самостоятельно построить логически верную цепочку рассуждений может повлиять на решение задач с развернутым ответом, особенно качественных.

В целом можно предположить, что причина недостаточной сформированности как предметного, так и метапредметного результата заключается в том, что большой объем предметного содержания образования в основной школе не позволяет в отведенное время организовать его усвоение на уровне применения знаний в типовых и нетиповых учебных ситуациях.

## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ

1. Формирование понятий у школьников в процессе обучения физике имеет важное значение для развития их мышления и познавательных способностей. С этой целью при проектировании каждой темы необходимо продумать, каким образом будет формироваться понятие: какими приемами и методами будет создан наглядный образ понятия, какие мыслительные операции будут задействованы при этом и на этой основе продумать систему упражнений для формирования данного понятия.

Знание определения и условий протекания явления не всегда означает владение понятием. В соответствии с этим следует правильно подходить к проектированию урока, применять деятельностный подход, который способствует правильному формированию понятий на уроках. Поэтому вне зависимости от того какой способ изложения нового материала выберет учитель (от общего к частному или от частного к общему), рационально предложить учащимся пройти все этапы учебного исследования при решении проблемной ситуации (выдвижение гипотезы, постановка эксперимента, проведение прямых измерений и формулировка вывода). А на заключительном этапе работы после выявления характеристик/признаков исследуемого процесса/явления создать классификационную таблицу и сформулировать определение по выявленным существенным признакам явления.

2. В соответствие с Примерной рабочей программой по математике на уровне основного общего образования для 5–9 классов образовательных организаций, одобренной решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол 3/21 от 27.09.2021), тема «Координаты и графики. Функции» изучается в конце 7 класса, «Запись числа в стандартном виде» – в 8 классе, «Векторы» в 9 классе. На уроках физики учащиеся впервые с понятием график сталкиваются в первом полугодии 7 класса при изучении равномерного прямолинейного движения. Поэтому первое знакомство с линейной функцией и её графиком и все умения по чтению графиков будут сначала происходить на уроках физики. Учителям физики нужно будет не только обучить учащихся элементарным операциям по считыванию данных, но и объяснять физический смысл зависимости, особых точек графика, проводить операцию сравнения зависимостей, объяснять физический смысл их отличия и сходства; давать математическую интерпретацию зависимости, делать расчет постоянных коэффициентов по графику; выяснять физический смысл площади под графиком.

С векторными величинами на уроках физики учащиеся знакомятся при введении понятия скорости в первом полугодии 7 класса; запись числа в стандартном виде на уроках физики начинают использовать при решении задач на тепловой баланс в первом полугодии 8 класса. Таким образом, не следует надеяться на то, что эти умения будут сформированы на уроках математики, формирование данных математических умений начинается на уроках физики. Поэтому при планировании учебного процесса по физике нужно выделять специальное время для отработки математических умений.

3. По результатам экзамена, среди заданий повышенной сложности наибольшую трудность вызвали задания по работе с текстом (задания на применение информации в измененной ситуации и задания, проверяющие сформированность умений работать с информацией, представленной в различном виде (графики, диаграммы, таблицы, рисунки), а также качественные задачи с развернутым ответом. Деятельность учащихся по овладению навыками работы с информацией можно организовать с помощью технологии критического мышления. Задания на составление опорных конспектов / кластеров по

теме урока, составление вопросов к тексту параграфа учебника, составление алгоритма решения задачи по определенной теме, написание анализа к уже решенной задаче будут способствовать развитию учебно-логических умений учащихся: анализа, синтеза, сравнения и обобщения.

В КИМ ОГЭ много заданий, содержащих таблицы. Порой учащиеся не могут выполнить задание не потому, что не владеют теоретическими знаниями по описываемой ситуации, а потому, что не могут преобразовать, развернуть информацию, содержащуюся в таблице. В таком случае можно предложить учащимся ряд вопросов для анализа таблицы:

- Какие данные / какая зависимость представлена в таблице?
- Можно ли выявить какую – либо закономерность?
- Предложите свое объяснение выявленной закономерности.
- Есть ли исключения и с чем они связаны?

В начале обучения работы с таблицами можно пользоваться таблицами со страниц учебника (например, таблица плотности) и только потом переходить к заданиям из базы ФИПИ формата ОГЭ.

Особое внимание следует обратить на работу с информацией, представленной в графическом виде.

Задания на понимание текстовой информации, на ее преобразование необходимо включать в различные этапы урока и домашнюю работу учащихся. Для этого можно использовать не только учебник и тексты из открытой базы заданий ОГЭ ФИПИ, но и другие учебно-научные тексты.

4. При проектировании образовательного процесса по физике учителям физики необходимо обратить внимание на повторительно-обобщающий модуль, рекомендованный Примерной рабочей программой по физике на уровне основного общего образования для 7–9 классов образовательных организаций, одобренной решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол 3/21 от 27.09.2021).

Этот модуль предназначен для систематизации и обобщения предметного содержания и опыта деятельности, приобретённого при изучении всего курса физики, а также для подготовки к Основному государственному экзамену по физике для обучающихся, выбравших этот учебный предмет (в Примерной программе на него отводится 9 часов).

Уроки обобщающего повторения это не уроки по отработке элементарных навыков и решения задач базового уровня формата ОГЭ. На уроках обобщающего повторения учащиеся должны выполнять задания, в которых предлагается:

- на основе полученных знаний распознавать и научно объяснять физические явления в окружающей природе и повседневной жизни;
- использовать научные методы исследования физических явлений, в том числе для проверки гипотез и получения теоретических выводов;
- объяснять научные основы наиболее важных достижений современных технологий, например, практического использования различных источников энергии на основе закона превращения и сохранения всех известных видов энергии.

Уроки обобщающего повторения можно проводить как урок решения одной задачи, предъявляя ее условие в различной форме (графической, табличной, аналитической) или одну и ту же задачу решать разными способами (аналитическим, графическим). На уроках обобщающего повторения можно предложить учащимся составить таблицы по сравнению явлений, законов, понятий, изучаемых в курсе физики. Например, сравнить закон всемирного тяготения и закон Кулона или понятие массы и понятие инертности.

Таким образом, у учащихся будут сформированы умения объяснять физические явления, решать задачи, в том числе качественные.

5. Следует обратить внимание на несоответствие привычных УМК требованиям современных КИМов оценочных процедур, например УМК А.В.Пёрышкина, наиболее распространенный в регионе. Наибольшее соответствие современным оценочным процедурам отмечено в УМК Н.С. Пурышевой и Л.Э.Генденштейна.

6. Увеличить время для формирования как предметного, так и метапредметного результата можно за счет дополнительных часов на изучение предмета которые могут быть добавлены из компонента общеобразовательной организации.

#### Рекомендации по совершенствованию преподавания учебного предмета для всех обучающихся

Достижение задач преподавания физики:

- приобретение умений описывать и объяснять физические явления с использованием полученных знаний;
- освоение методов решения простейших расчетных задач с использованием физических моделей, творческих и практикоориентированных задач;
- развитие умений наблюдать природные явления и выполнять опыты, лабораторные работы и экспериментальные исследования с использованием измерительных приборов;
- освоение приёмов работы с информацией физического содержания, включая информацию о современных достижениях физики; анализ и критическое оценивание информации;
- можно реализовать путем включения в образовательный процесс учебного эксперимента.

В Примерной рабочей программе по физике на уровне основного общего образования для 7–9 классов образовательных организаций, одобренной решением федерального учебно-методического объединения по общему образованию (протокол 3/21 от 27.09.2021), предлагается расширенный список лабораторных работ/опытов. Учитель сам выбирает работы, которые будут включены в образовательный процесс. Выбор проводимых в течение года лабораторных работ рекомендуется сделать на основе списка экспериментальных заданий, предлагаемых в рамках ОГЭ по физике. В рабочей программе должны быть предусмотрены лабораторные работы всех типов:

- Проведение прямых измерений физических величин.
- Расчет по полученным результатам прямых измерений зависимого от них параметра (косвенные измерения).
- Наблюдение явлений и постановка опытов (на качественном уровне) по обнаружению факторов, влияющих на протекание данных явлений.
- Исследование зависимости одной физической величины от другой с представлением результатов в виде графика или таблицы.
- Проверка заданных предположений (прямые измерения физических величин и сравнение заданных соотношений между ними).
- Знакомство с техническими устройствами и их конструирование.

При проведении лабораторной работы в классе можно изменить форму ее оформления с учетом требований в ОГЭ, а именно:

- выполнить чертёж, поясняющий метод измерения/нарисовать электрическую схему эксперимента;
- записать формулу для расчета искомого величины;

- указать результаты измерения абсолютных погрешностей измерений;
- записать значение искомой величины.

Также можно на уроке в процессе изучения материала проводить под руководством учителя фронтальные экспериментальные задания, в ходе которых все учащиеся класса проводят наблюдения, отчеты, сопровождаемые измерениями, и на основе полученных данных делают выводы. Такой вид деятельности не занимает много времени (7–10 минут), но является действенным средством освоения метода научного познания. При выполнении заданий с заранее заданным алгоритмом, у учащихся формируются элементарные практические умения.

#### Рекомендации по организации дифференцированного обучения школьников с разным уровнем предметной подготовки

Для школьников, проявляющих повышенный интерес к предмету и достигших реальных успехов в освоении физического образования, можно предложить задания, в которых сформулирована цель или название работы, дан список оборудования и учащимся самим необходимо продумать и составить план своих действий. Любую фронтальную работу можно преобразовать в исследовательскую. При выполнении заданий такого типа учащиеся должны самостоятельно выдвинуть гипотезу; самостоятельно продумать план действий по проверке выдвинутой гипотезы; самостоятельно подобрать необходимое оборудование для реализации сформулированного плана действий; самостоятельно произвести необходимые измерения и расчеты и сделать вывод. При выполнении заданий исследовательского характера у учащихся формируются, кроме указанных выше, умения определять понятия, умения строить логическое рассуждение, умозаключение, умения делать выводы и анализировать полученные результаты.

Для заметок



Заякин А.А., Дудина Н.Н., Мансурова С.И., Данилов В.В.

Результаты  
государственной итоговой  
аттестации по физике

Технический редактор: В.Н. Васильева  
Корректор: О.С. Говорухина  
Оператор: Н.С. Орлов

Подписано в печать 27.10.2022.  
Формат 60x90/16. Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman.  
Уч.-изд. 3,96 л. Усл.-печ. 4,83 л. Заказ № 3015.7. Тираж 300.

Отпечатано в типографии ООО «Принт».  
426032, г. Ижевск, ул. Тимирязева