

Министерство образования Иркутской области  
Государственное автономное учреждение Иркутской области  
«Центр оценки профессионального мастерства, квалификаций  
педагогов и мониторинга качества образования»

**Результаты  
единого государственного экзамена  
в Иркутской области в 2020 году**

**Методические рекомендации**

**ФИЗИКА**

Иркутск, 2020 г.

Рецензент: Семиров А.В., доктор физико-математических наук, профессор, директор Педагогического института ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет»

### **Павлова М.С.**

Результаты государственной итоговой аттестации в форме единого государственного экзамена по физике в Иркутской области в 2020 году. Методические рекомендации / Павлова М.С., канд. пед. наук. Иркутск: ГАУ ИО «Центр оценки профессионального мастерства, квалификаций педагогов и мониторинга качества образования», 2020. 56 с.

В методических рекомендациях представлены статистические данные о результатах ЕГЭ в Иркутской области. Проведен методический анализ результатов ЕГЭ по учебному предмету и анализ типичных затруднений выпускников региона при выполнении заданий ЕГЭ. Даны рекомендации по повышению качества образования по предмету.

Методические рекомендации предназначены для работников системы образования: специалистов органов управления образованием, специалистов организаций дополнительного профессионального образования, руководителей образовательных организаций и организаций среднего профессионального образования, учителей-предметников. Могут быть интересны обучающимся, их родителям, представителям широкой общественности.

Статистические данные представлены региональным центром обработки информации и мониторинга (комплекс программ РИС ГИА–11).

© М.С. Павлова

© ГАУ ИО ЦОПМКиМКО, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

Перечень условных обозначений, сокращений и терминов.....	4
<b>1. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТНИКОВ ЕГЭ ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ .....</b>	<b>5</b>
1.1 Количество участников ЕГЭ по учебному предмету (за 3 года) .....	5
1.2 Процентное соотношение юношей и девушек, участвующих в ЕГЭ .....	5
1.3 Количество участников ЕГЭ в регионе по категориям .....	5
1.4 Количество участников ЕГЭ по типам ОО .....	5
1.5 Количество участников ЕГЭ по предмету по АТЕ региона.....	5
1.6 Выводы о характере изменения количества участников ЕГЭ по учебному предмету.....	7
<b>2. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГЭ ПО ПРЕДМЕТУ .....</b>	<b>9</b>
2.1 Диаграмма распределения тестовых баллов по предмету в 2020 г. ....	9
2.2 Динамика результатов ЕГЭ по предмету за последние 3 года .....	9
2.3 Результаты по группам участников экзамена с различным уровнем подготовки .....	9
2.3.1 В разрезе категорий участников ЕГЭ .....	9
2.3.2 В разрезе типа ОО .....	10
2.3.3 Основные результаты ЕГЭ по предмету в сравнении по АТЕ.....	10
2.4 Перечень ОО, продемонстрировавших наиболее высокие результаты ЕГЭ по предмету .....	11
2.5 Перечень ОО, продемонстрировавших низкие результаты ЕГЭ по предмету.....	12
2.6 Выводы о характере изменения результатов ЕГЭ по предмету .....	13
<b>3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ИЛИ ГРУПП ЗАДАНИЙ.....</b>	<b>19</b>
3.1 Краткая характеристика КИМ по учебному предмету .....	19
3.2 Анализ выполнения заданий КИМ .....	21
3.3 Выводы об итогах анализа выполнения заданий, групп заданий.....	44
<b>4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЕГЭ .....</b>	<b>49</b>
<b>5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>54</b>

## Перечень условных обозначений, сокращений и терминов

АТЕ	Административно-территориальная единица
ВПЛ	Выпускники прошлых лет
ВТГ	Выпускники текущего года
ГИА-11	Государственная итоговая аттестация по образовательным программам среднего общего образования
ЕГЭ	Единый государственный экзамен
КИМ	Контрольные измерительные материалы
Участники ЕГЭ с ОВЗ	Участники ЕГЭ с ограниченными возможностями здоровья
ОО	Образовательная организация, осуществляющая образовательную деятельность по имеющей государственную аккредитацию образовательной программе
РИС	Региональная информационная система обеспечения проведения государственной итоговой аттестации обучающихся, освоивших основные образовательные программы основного общего и среднего общего образования
УМК	Учебник из Федерального перечня рекомендуемых к использованию при реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ основного общего и среднего общего образования
Участник ЕГЭ / участник экзамена / участник	Обучающиеся, допущенные в установленном порядке к ГИА в форме ЕГЭ, выпускники прошлых лет, допущенные в установленном порядке к сдаче ЕГЭ

# 1. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТНИКОВ ЕГЭ ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ

## 1.1. Количество участников ЕГЭ по учебному предмету (за 3 года)

Таблица 1

2018		2019		2020	
чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
3479	25	3199	22	2690	22

## 1.2. Процентное соотношение юношей и девушек, участвующих в ЕГЭ

Таблица 2

Пол	2018		2019		2020	
	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников	чел.	% от общего числа участников
Женский	1017	29	853	27	654	24
Мужской	2462	71	2346	73	2036	76

## 1.3. Количество участников ЕГЭ в регионе по категориям

Таблица 2

<b>Всего участников ЕГЭ по предмету</b>	2690
Из них:	
выпускников текущего года, обучающихся по программам СОО	2553
выпускников текущего года, обучающихся по программам СПО	14
выпускников прошлых лет	123
участников с ограниченными возможностями здоровья	0

## 1.4. Количество участников ЕГЭ по типам ОО

Таблица 3

<b>Всего ВТГ</b>	2567
Из них:	
выпускников лицеев и гимназий	663 (26%)
выпускников СОШ	1868 (73%)
вечерних СОШ	6 (0,2%)
СПО	18 (0,7%)
кадетских корпусов	12 (0,5%)

## 1.5. Количество участников ЕГЭ по предмету по АТЕ региона

Таблица 4

№ п/п	АТЕ	количество участников ЕГЭ по учебному предмету	% от общего числа участников в регионе
1.	Ангарский городской округ	251	2
2.	Зиминское городское МО	28	0,2
3.	Зиминское районное МО	5	0,04
4.	г. Иркутск	734	6

№ п/п	АТЕ	количество участников ЕГЭ по учебному предмету	% от общего числа участников в регионе
5.	Иркутское районное МО	82	0,7
6.	МО Аларский район	15	0,1
7.	МО Балаганский район	4	0,03
8.	МО Баяндаевский район	9	0,1
9.	МО Боханский район	34	0,3
10.	МО Братский район	34	0,3
11.	МО город Саянск	79	0,7
12.	МО город Свирск	8	0,07
13.	МО город Тулун	82	0,7
14.	МО город Усолье-Сибирское	101	0,8
15.	МО город Усть-Илимск	78	0,6
16.	МО город Черемхово	43	0,4
17.	МО города Бодайбо и района	7	0,1
18.	МО города Братска	262	2
19.	МО Жигаловский район	10	0,1
20.	МО Заларинский район	24	0,2
21.	МО Иркутской области Казачинско-Ленский район	24	0,2
22.	МО Катангский район	2	0,02
23.	МО Качугский район	27	0,2
24.	МО Киренский район	15	0,1
25.	МО Куйтунский район	13	0,1
26.	МО Мамско-Чуйский район	5	0,04
27.	МО Нижнеилимский район	52	0,4
28.	МО "Нижнеудинский район"	75	0,6
29.	МО Нукутский район	16	0,1
30.	МО Осинский муниципальный район	38	0,3
31.	МО Слодянский район	63	0,5
32.	МО Тайшетский район	86	0,7
33.	МО Тулунский район	19	0,2
34.	МО Усть-Илимский район	12	0,1
35.	МУ МО Эхирит-Булагатский район	48	0,4
36.	Ольхонское районное МО	12	0,1
37.	Районное МО Усть-Удинский район	6	0,1
38.	Усольское районное МО	41	0,3
39.	Усть-Кутское МО	62	0,5
40.	Черемховское районное МО	22	0,2
41.	Чунское районное МО	30	0,3
42.	Шелеховский район	70	0,6
43.	СПО г. Иркутска	11	0,1
44.	ВПЛ г. Иркутска	51	0,4

## 1.6. Выводы о характере изменения количества участников ЕГЭ по учебному предмету

Физика входит в блок школьных предметов, ЕГЭ по которому не является обязательным. В 2019 году ее выбрали 3253 человека, что на 284 человека, или на 8%, меньше, чем в 2018 году; в 2020 году физику сдавали 2690 человек, что меньше на 15% по сравнению с 2019 годом. Несмотря на уменьшение численности участников ЕГЭ по физике, их относительная доля в 2019 и 2020 годах от общего количества участников ГИА этих годов не изменилась и равна 22% (в 2020 году 22,03% выбрали физику от общего числа участников; в 2019 году относительная доля участников ГИА, выбравших ЕГЭ по физике, составила 22,3%), тогда как в 2018 году данное значение составляло 25%.

Изменение численности участников экзамена, зарегистрированных на ЕГЭ и явившихся на экзамен, показало отрицательную динамику. Так, в 2019 году численность изменилась на 10%, а в 2020 году на 15%. Отрицательная динамика между планируемым контингентом и реальным, пришедшим на экзамен, может быть вызвана, частично, сложной эпидемиологической ситуацией, повлиявшей на смещение сроков сдачи ЕГЭ, на перевод процесса подготовки к экзамену в дистанционный режим.

Следует отметить уменьшение доли девушек в общем числе участников ЕГЭ по физике, которое продолжается на протяжении последних трех лет. В 2018 году более 29% сдающих ЕГЭ по физике были девушки, тогда как в 2019 году аналогичное значение не превышает 27%, а в 2020 году 24% от общего числа участников ЕГЭ по физике.

Основной категорией участников экзамена являются выпускники текущего года (далее – ВТГ), обучавшиеся по программам среднего общего образования (далее – СОО). Доля выпускников текущего года, обучающихся по программам СПО, уменьшается ежегодно на 0,1%, а количество выпускников прошлых лет (далее – ВПЛ), наоборот, третий год подряд возрастает примерно на 1%. Первое может быть связано с двумя факторами: 1) выпускники СПО при поступлении в вузы предпочитают сдавать внутренние вузовские испытания, т. к. в процессе получения среднего профессионального образования времени на подготовку к ЕГЭ не уделяется в достаточной мере; 2) уменьшается количество выпускников СПО, поступающих в вузы. Рост количества ВПЛ может свидетельствовать о стремлении отдельных выпускников получить высшее образование.

Распределение участников ЕГЭ по типам образовательных организаций традиционно, и его изменение незначительно: основная часть участников ЕГЭ по физике — это выпускники средних общеобразовательных школ, более 70%.

Следующими по количеству являются выпускники лицеев и гимназий – их более 23%. При этом последние три года наблюдается уменьшение, примерно на 1% ежегодно, численности выпускников средних общеобразовательных школ и рост, примерно на 1% ежегодно, численности выпускников лицеев и гимназий. На выпускников других образовательных организаций в 2020 году приходится около 1% от общего количества участников ЕГЭ по физике.

В период 2018-2020 г. г. ежегодно в 23-24 МО Иркутской области физику сдают от 1% и выше от общего количества участников экзамена.

Более 46% участников ЕГЭ по физике в 2020 году – это выпускники крупных административных центров Иркутской области, а именно городов Иркутска, Ангарска, Братска (в 2019 году было 48%). За три года в Ангарском городском округе и городе Братске произошло уменьшение в среднем на 0,5% от общего числа участников в регионе (около 100 человек); в городе Иркутске произошло более значительное уменьшение – на 0,6% от общего числа участников в регионе (около 170 человек). По другим муниципальным образованиям за последние три года число участников ЕГЭ по физике могло как увеличиваться, так и уменьшаться, но незначительно по сравнению с общим числом участников экзамена в регионе. При этом есть муниципальные образования, в которых число участников экзамена не меняется в течение трех лет: Боханский район, город Саянск, город Тулун, город Усолье-Сибирское, Осинский район, Шелеховский район.

## 2. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГЭ ПО ПРЕДМЕТУ

### 2.1. Диаграмма распределения тестовых баллов по предмету

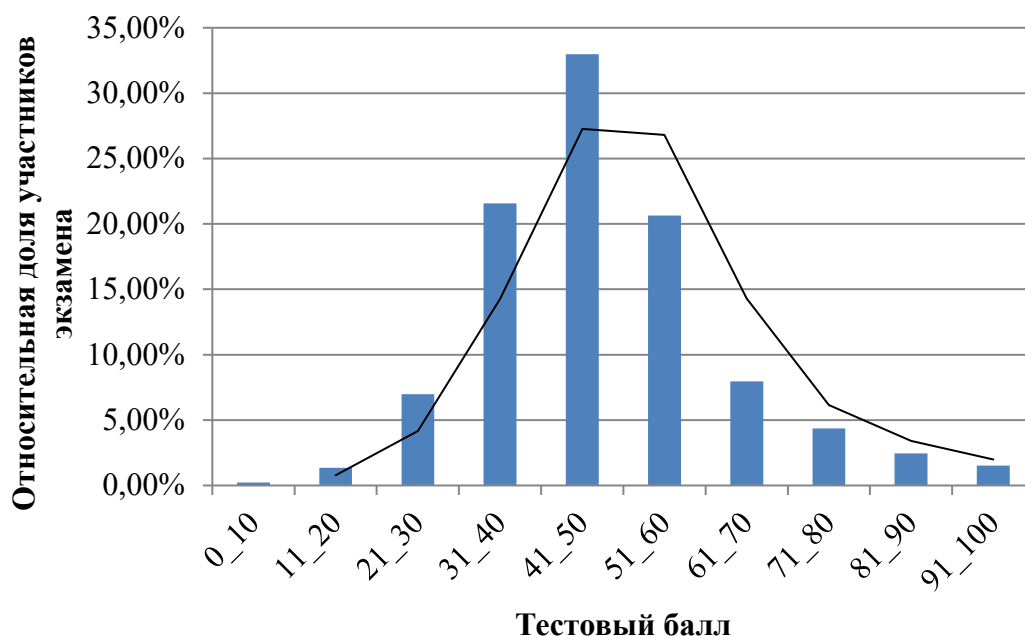


Рисунок 1.

Диаграмма распределения тестовых баллов по предмету в 2020 году

### 2.2. Динамика результатов ЕГЭ по предмету за последние 3 года

Таблица 6

	Иркутская область		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Не преодолели минимального балла, %	13	21	12
Средний тестовый балл	48	43	48
Получили от 81 до 99 баллов, %	3	1	4
Получили 100 баллов, чел.	2	1	4

### 2.3. Результаты по группам участников экзамена с различным уровнем подготовки

#### 2.3.1. В разрезе категорий участников ЕГЭ

Таблица 7

	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СОО	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СПО	Выпускники прошлых лет	Участники ЕГЭ с ОВЗ
Доля участников, набравших балл ниже минимального	10	50	31	11
Доля участников, получивших тестовый балл от минимального до 60 баллов	73	50	60	78

	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СОО	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СПО	Выпускники прошлых лет	Участники ЕГЭ с ОВЗ
Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	13	0	6	11
Доля участников, получивших от 81 до 99 баллов	4	0	3	0
Количество участников, получивших 100 баллов	4	0	0	0

### 2.3.2. В разрезе типа ОО

Таблица 8

	Доля участников, получивших тестовый балл				Количество участников, получивших 100 баллов
	ниже минимального	от минимального до 60 баллов	от 61 до 80 баллов	от 81 до 99 баллов	
СОШ	13	77	9	1	0
Лицеи, гимназии, СОШ с УИП	4	61	24	11	4
Кадетские корпуса	0	83	17	0	0
Вечерние СОШ	33	67	0	0	0
СПО	43	57	0	0	0

### 2.3.3 основные результаты ЕГЭ по предмету в сравнении по АТЕ

Таблица 9

№	Наименование АТЕ	Доля участников, получивших тестовый балл				Количество участников, получивших 100 баллов
		ниже минимального	от минимального до 60 баллов	от 61 до 80 баллов	от 81 до 99 баллов	
1.	Ангарский городской округ	7	68	20	4	1
2.	Зиминское городское МО	0	100	0	0	0
3.	Зиминское районное МО	20	80	0	0	0
4.	г. Иркутск	10	69	15	6	2
5.	Иркутское районное МО	15	71	12	2	0
6.	МО Аларский район	0	80	13	7	0
7.	МО Балаганский район	25	75	0	0	0
8.	МО Баяндаевский район	0	100	0	0	0
9.	МО Боханский район	18	76	6	0	0
10.	МО Братский район	15	82	3	0	0
11.	МО город Саянск	11	71	11	6	0
12.	МО город Свирск	13	88	0	0	0
13.	МО город Тулун	21	74	5	0	0
14.	МО город Усолье-Сибирское	7	77	12	4	0

№	Наименование АТЕ	Доля участников, получивших тестовый балл				Количество участников, получивших 100 баллов
		ниже минимального	от минимального до 60 баллов	от 61 до 80 баллов	от 81 до 99 баллов	
15.	МО город Усть-Илимск	10	71	15	4	0
16.	МО город Черемхово	2	74	14	9	0
17.	МО города Бодайбо и района	14	71	14	0	0
18.	МО города Братска	11	67	16	6	1
19.	МО Жигаловский район	10	90	0	0	0
20.	МО Заларинский район	13	88	0	0	0
21.	МО Иркутской области Казачинско-Ленский район	4	88		0	0
22.	МО Катангский район	50	50	0	0	0
23.	МО Качугский район	15	81	4	0	0
24.	МО Киренский район	40	60	0	0	0
25.	МО Куйтунский район	15	69	0	15	0
26.	МО Мамско-Чуйский район	20	80	0	0	0
27.	МО Нижнеилимский район	4	83	13	0	0
28.	МО "Нижнеудинский район"	11	79	8	3	0
29.	МО Нукутский район	19	75	6	0	0
30.	МО Осинский муниципальный район	21	76	3	0	0
31.	МО Слюдянский район	11	81	8	0	0
32.	МО Тайшетский район	15	74	9	1	0
33.	МО Тулунский район	5	89	5	0	0
34.	МО Усть-Илимский район	42	58	0	0	0
35.	МУ МО Эхирит-Булагатский район	25	71	4	0	0
36.	Ольхонское районное МО	17	75	8	0	0
37.	Районное МО Усть-Удинский район	33	67	0	0	0
38.	Усольское районное МО	10	85	2	2	0
39.	Усть-Кутское МО	8	71	18	3	0
40.	Черемховское районное МО	32	59	9	0	0
41.	Чунское районное МО	10	77	13	0	0
42.	Шелеховский район	6	74	19	1	0

#### 2.4. Перечень ОО, продемонстрировавших наиболее высокие результаты ЕГЭ по предмету

Для определения перечня ОО, показавших высокие результаты, использовался следующий подход: в перечень попадали ОО, в которых число участников экзамена 10 и более человек. Из этого перечня выбрали 15% ОО, в которых доля участников ЕГЭ, получивших от 81 до 100 баллов, имеет **максимальные значения** (по сравнению с другими ОО Иркутской области), а доля участников ЕГЭ, не достигших минимального балла, имеет **минимальные значения** (по сравнению с другими ОО Иркутской области).

Таблица 10

№	Наименование ОО	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	Доля участников, не достигших минимального балла
1.	МБОУ г. Братска "Лицей № 1"	31	13	0
2.	МОУ "Гимназия им. В.А.Надькина" г. Саянск	31	15	0
3.	МАОУ "Ангарский лицей № 1"	30	10	0
4.	МАОУ Лицей ИГУ г. Иркутска	29	25	0
5.	МБОУ "Лицей № 2" г. Братск	20	33	0
6.	МОУ Лицей г. Черемхово	19	31	0
7.	МБОУ "СОШ № 10" г. Ангарска	16	26	0
8.	МБОУ Гимназия № 44 г. Иркутска	15	15	0
9.	МБОУ г. Иркутска лицей № 2	33	5	5
10.	МБОУ г. Иркутска лицей-интернат № 1	30	25	10
11.	МБОУ г. Иркутска лицей № 3	19	26	4

Подробный анализ динамики результатов вышеперечисленных ОО приведен в разделе 2.5. Выводы о характере изменения результатов ЕГЭ по предмету.

## 2.5. Перечень ОО, продемонстрировавших низкие результаты ЕГЭ по предмету

Для определения перечня ОО, показавших низкие результаты, использовался следующий подход: в перечень попадали ОО, в которых число участников экзамена 10 и более человек. Из этого перечня выбрали 15% ОО, в которых доля участников ЕГЭ, **не достигших минимального балла, имеет максимальные значения** (по сравнению с другими ОО Иркутской области), а доля участников ЕГЭ, **получивших от 61 до 100 баллов, имеет минимальные значения** (по сравнению с другими ОО Иркутской области).

Таблица 11

№	Наименование ОО	Доля участников, не достигших минимального балла	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов
1.	МБОУ" СОШ № 19" г. Тулун	46	0	0
2.	МБОУ "Осинская СОШ №1"	40	0	0
3.	МБОУ г. Иркутска гимназия № 3	36	9	0
4.	МБОУ г. Иркутска СОШ № 10 им. П. А. Пономарева	36	18	0
5.	МАОУ г. Иркутска СОШ № 69	33	17	0
6.	МБОУ "СОШ № 12" Слюдянский район	31	0	0
7.	МБОУ г. Иркутска СОШ № 18	27	0	0
8.	МБОУ "СОШ № 25" г. Тулун	25	0	0

№	Наименование ОО	Доля участников, не достигших минимального балла	Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов
9.	МКОУ СОШ № 9 г. Нижнеудинск	21	7	0
10.	МОУ Усть-Ордынская СОШ № 2	20	7	0
11.	МБОУ "СОШ № 18" г. Братск	19	25	0

Подробный анализ динамики результатов ОО с низкими результатами приведен в разделе 2.6. Выводы о характере изменения результатов ЕГЭ по предмету.

## 2.6. Выводы о характере изменения результатов ЕГЭ по предмету

Результаты 2020 года стали лучшими за три года:

- уменьшилось число не преодолевших минимальный балл (2020 год – 11% от общего количества участников экзамена; 2019 год – 21%; 2018 год – 12%);
- максимальный средний тестовый балл вырос (2020 год – 48,3; 2019 год – 43,2; 2018 год – 47,7);
- увеличилось количество участников, имеющих результат в диапазоне от 81 до 99 баллов (2020 год – 4% от общего количества участников экзамена; 2019 год – 1%; 2018 год – 3%);
- максимальное количество стобалльников за три года (2020 год – 4 человека; 2019 год – нет; 2018 год – 2 человека).

Улучшение результатов экзамена может быть определено несколькими факторами: корректировкой образовательного процесса с учетом рекомендаций прошлых лет; удлинением периода подготовки к экзамену и появлением дополнительных онлайн-возможностей для подготовки в дистанционной форме; настроенностью выпускников на сдачу экзамена, т. к. около 15% выпускников, планирующих сдавать этот экзамен, его не сдавали.

В 2018 и 2020 годах большая доля участников экзамена по всем категориям (выпускники текущего года (включая и участников с ОВЗ), выпускники организаций СПО, выпускники прошлых лет) относилась к участникам, получившим тестовый балл в диапазоне от минимального до 60 баллов.

Доля экзаменуемых, получивших от 61 до 80 баллов в 2020 году по всем категориям участников, стала самой высокой за три года. Аналогично, лучшие результаты в диапазоне от 81 до 90 тестовых баллов для выпускников текущего года.

Участники экзамена, получившие сто баллов, традиционно относятся к категории выпускников текущего года, освоивших программу среднего (общего) образования.

Выпускники, осваивающие программы СПО, каждый год показывают результаты в двух диапазонах: не преодолевших минимальный балл и от минимума до 60 баллов. Их результативность в 2020 году соответствует результатам 2018 года, что лучше 2019 года, когда не преодолевших минимальный балл было более 72% (в 2020 году – 43%). Такие результаты могут быть объяснены следующим: во-первых, тем, что мотивация на успешную сдачу экзамена у них занижена, т. к. поступать в вузы они могут по внутренним экзаменам, и таким образом у них есть две попытки; во-вторых, физику они изучают на 1-2-м курсах, и к окончанию обучения в организации СПО материал уже может быть забыт.

Участники ЕГЭ с ОВЗ, так же как и выпускники организаций СПО, по большей части достигают результатов в двух нижних диапазонах. Хотя в 2018 и 2020 годах были участники, получившие результат от 61 до 80 баллов (2018 год – 7% от количества участников с ОВЗ, 2020 год – 11%).

Традиционно лучшие результаты, включая стобалльников, показывают участники, окончившие лицеи, гимназии и СОШ с углубленным изучением отдельных предметов. Это обосновывается еще и тем, что в списке образовательных организаций с наилучшими показателями по ЕГЭ по физике значатся лицеи и гимназии. Таким образом, подготовка в этих организациях идет на углубленном уровне. Кроме этого, значительный рост показателей за три последних года можно отметить в кадетских корпусах, вечерних школах и средних общеобразовательных школах, в которых в основном физику изучают на базовом уровне, возможно с проведением факультативных занятий и консультаций:

- в СОШ результаты из диапазона ниже минимального балла переместились в диапазоны от 61 до 80 баллов и от 81 до 99 баллов;
- в кадетских корпусах в 2020 году нет участников, получивших ниже минимального балла, но есть участники, получившие от 61 до 80 баллов – последнее не наблюдалось ни в 2018 году, ни в 2019 году;
- диаметрально противоположные результаты у выпускников вечерних СОШ: в 2019 году доля не преодолевших минимальный балл была около 67%, а остальные получили баллы в диапазоне от минимального до 60 тестовых баллов; в 2020 году все наоборот.

Для анализа результатов по отдельным административно-территориальным единицам (АТЕ) выбрали те, в которых было не менее 1% сдающих от общего количества участников экзамена. Проведем более

подробный анализ по АТЕ, которые в предыдущем разделе были выделены как самые крупные и с неизменной численностью, т. к. можно сопоставлять результативность, а также АТЕ со значительными изменениями, как в численности, так и в результативности.

Самые крупные АТЕ разделены на две группы:

1. В Ангарском городском округе и городе Братске уменьшилась доля участников, не прошедших минимальный балл, они сместились в выше расположенные диапазоны (от минимального до 60 баллов, от 61 до 80 баллов, от 81 до 99 баллов). В Ангарском городском округе, как и в 2018 году, 1 человек получил 100 баллов; 1 человек из города Братска получил 100 баллов в 2020 году. Таким образом, уменьшение численности участников (на 100 человек в каждом АТЕ) привело к улучшению результатов.
2. В городе Иркутске результаты 2020 года очень близки к результатам 2018 года, хотя есть расхождение: увеличилось число участников, не преодолевших минимальный балл, но при этом произошло смещение около 1% участников из диапазона от 61 до 80 баллов в диапазон от 81 до 99 баллов, 2 человека получили по 100 баллов.

АТЕ со стабильной численностью участников экзамена:

1. Положительная динамика отмечается в городе Саянске и в Шелеховском районе: за три года произошло смещение из диапазона не преодолевших минимальный балл в диапазон от 81 до 99 баллов (г. Саянск) в диапазон от минимального до 80 баллов (Шелеховский район).
2. Отрицательная динамика в Боханском районе, городе Тулуне, Осинском районе: результативность выше 2019 года, но хуже 2018 года по всем диапазонам.
3. В городе Усолье-Сибирском результаты не однозначны: если оценивать по количеству не преодолевших минимальный балл, то результативность участников стала лучшей за три года, но при этом произошло смещение из двух высших диапазонов в диапазон от минимального до 60 баллов.

АТЕ со значительными изменениями:

1. Положительная динамика отмечается в Усть-Кутском муниципальном образовании и городе Черемхово (аналогично г. Саянску); в Нижнеудинском районе (аналогично результатам Шелеховского района); в Иркутском МО в 2020 году, по сравнению с двумя предыдущими годами, произошло смещение из двух низших диапазонов в более высокие при незначительном изменении численности; в Качугском районе выросли численность и результативность; в Нижнеилимском районе значительно сократилась численность участников, не преодолевших минимальный балл (2018 год – 16% от числа участников по АТЕ, 2019 год – 13,33%, 2020 год – 3,85%),

причем большая часть результатов сместилась в диапазон от 61 до 80 баллов; в Тайшетском районе, при снижении численности, результативность близка к 2018 году, но часть результатов перешла из диапазона 61-80 баллов в диапазон 81-99 баллов.

2. Отрицательная динамика отмечается в Заларинском районе, в котором число не преодолевших минимальный балл осталось на уровне 2018 года (около 12% участников в этом АТЕ), при этом все остальные результаты участников экзамена оказались в диапазоне от минимального до 60 баллов, ухудшив показатели; в Эхирит-Булагатском районе значительно выросла численность участников экзамена, не преодолевших минимальный балл.
3. Неоднозначные результаты, аналогичные результатам г. Усолья-Сибирского, в Братском районе и Усольском районом МО; в Зиминском городском МО 100% участников экзамена достигли результатов в диапазоне от минимального до 60 баллов, хотя в предыдущие два года были участники, не преодолевшие минимальный балл и имевшие результаты в диапазоне 61-80 тестовых баллов.
4. Стабильные результаты в г. Усть-Илимске, Слюдянском районе, Чунском районном МО.

От АТЕ перейдем к определению перечня ОО (образовательных организаций), показавших самые высокие результаты ЕГЭ по физике в 2020 году. В перечень включались ОО, в которых число участников экзамена 10 и более человек. По результативности перечень формировался с учетом отличных от нуля долей экзаменуемых, набравших максимальные баллы в диапазонах от 81 до 100 баллов и минимальной доли участников, не достигших минимальный балл. Сформированный таким образом список содержит 11 ОО региона, из которых 4 ОО г. Иркутска (в 2019 году их было 8), 2 ОО г. Братска, 2 ОО из Ангарского городского округа, по 1 ОО из г. Саянска, г. Зимы и г. Черемхово.

В список ОО с высокими результатами вошли только городские ОО, в основном лицеи и гимназии, в отличие от предыдущих лет. В два предыдущих года этот перечень на треть состоял из СОШ.

Четыре ОО из этого списка являются лидерами три последних года: МБОУ г. Братска "Лицей № 2", МБОУ "СОШ №10" г. Ангарска, МБОУ Гимназия № 44 г. Иркутска, МАОУ Лицей ИГУ г. Иркутска. В лицее № 2 г. Братска отмечается положительная динамика, в 2020 году достигнуты наилучшие показатели за три года по доле участников, получивших 81-99 баллов (2018 год – 13,6%, 2019 год – 14,3%, 2020 год – 20%) и 61-80 баллов (2018 год – 27%, 2019 год – 19%, 2020 год – 33%). В остальных трех ОО результаты 2020 года занимают позицию: лучше 2019 года, но хуже 2018 года, что свидетельствует о снижении показателей результативности.

Следующие четыре ОО два года из трех попадали в список ОО с наилучшими результатами участников экзамена: МОУ "Гимназия им. В.А. Надькина" г. Саянска, МАОУ "Ангарский лицей № 1", МБОУ г. Иркутска лицей-интернат № 1, МБОУ г. Иркутска лицей № 3. В первых двух организациях, при стабильной численности экзаменуемых, за два года доля участников, получивших 81-99 баллов, увеличилась более чем в два раза. В двух лицеях г. Иркутска, при неизменной численности, достигнуты лучшие результаты за три года. Таким образом, в четырех названных ОО наблюдается устойчивая положительная динамика, которая может свидетельствовать о сохранении их лидирующих позиций в будущем.

Из названного перечня ушли две ОО, которые предыдущие два года занимали лидирующие позиции среди ОО Иркутской области: НОУ "Лицей № 36 ОАО "РЖД" г. Иркутска и МБОУ г. Иркутска Лицей № 1:

1. В лицее № 36 ОАО "РЖД" г. Иркутска в два раза уменьшилась численность участников экзамена по сравнению с 2019 годом и произошло смещение результатов в диапазон 61-80 баллов; не преодолевших минимальный балл нет.
2. В лицее № 1 г. Иркутска численность участников практически не изменилась, но результаты экзамена из диапазона 81-99 баллов сместились в нижерасположенные диапазоны.

При формировании перечня ОО, показавших низкие результаты, использовался тот же подход в отношении числа участников экзамена и обратный – в отношении долей: принимались во внимание максимальное значение доли участников ЕГЭ, не достигших минимального балла, и минимальное значение доли участников ЕГЭ, получивших от 61 до 100 баллов. Перечень ОО, показавших низкие результаты, состоит из 11 ОО, из которых 4 ОО из г. Иркутска (в 2019 году их было 5), 2 ОО из города Тулуна, по 1 ОО из Осинского и Слюдянского районов, городов Нижнеудинска и Братска, п. Усть-Ордынского. Список ОО с низкими результатами, по сравнению с 2019 г., полностью обновился, так же как и список 2019 года по сравнению с 2018 годом. Последнее в большинстве случаев может свидетельствовать о работе, которую проводят ОО, по устранению причин низкой результативности участников ЕГЭ по физике. Тем не менее, есть четыре ОО, которые были в списках в 2018 и в 2020 годах:

1. В МБОУ "СОШ № 19" г. Тулуна в 2019 году не было участников экзамена, а в 2020 году практически все участники экзамена не преодолели минимальный балл.

2. В МБОУ г. Иркутска СОШ № 18 численность участников экзамена увеличилась, но после смещения результатов в 2019 году в диапазон от

минимального до 80 баллов в 2020 году вернулись к показателям 2018 года – около 27% участников не преодолели минимальный балл.

3. В МОУ Усть-Ордынской СОШ № 2 численность участников экзамена, по сравнению с 2018 годом, практически не изменилась, но результаты сместились в диапазон не преодолевших минимальный балл (2018 год – 10% участников не преодолели минимальный балл, 2020 год – 20%).

4. В МБОУ "СОШ № 18" г. Братска результаты неоднозначные: с одной стороны, при стабильной численности участников экзамена (по сравнению с 2018 годом) за три года увеличилось число экзаменуемых, не преодолевших минимальный балл, с другой стороны, увеличилась численность участников, достигших диапазона 61-80 баллов. Работа в ОО ведется, но есть над чем работать в дальнейшем.

В списке ОО с низкими результатами экзамена в основном средние общеобразовательные школы.

Вышесказанное свидетельствует о развивающей системе физического образования в Иркутской области, в которой достаточно факторов, подтверждающих положительную динамику как по результатам ЕГЭ по физике в целом по региону, так и по отдельным АТЕ и ОО. При этом существует и отрицательная динамика, которая имеет приоритетное значение для отдельных АТЕ и ОО, но не оказывает существенного влияния на результативность области в целом.

### 3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ИЛИ ГРУПП ЗАДАНИЙ

#### 3.1. Краткая характеристика КИМ по учебному предмету

Содержание экзаменационной работы определяется Федеральным компонентом государственного образовательного стандарта среднего (полного) общего образования по физике, базовый и профильный уровни (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089).

Содержание КИМ ЕГЭ по физике в 2020 году оставлено без изменений, но изменена форма представления двух линий заданий:

1. Расчетная задача по механике или молекулярной физике, которая ранее была представлена в части 2 в виде задания с кратким ответом, теперь предлагается для развернутого решения, ее выполнение оценивается максимально в 2 балла. Таким образом, число заданий с развернутым ответом увеличилось с 5 до 6.
2. Для задания 24, проверяющего освоение элементов астрофизики, вместо выбора двух обязательных верных ответов предлагается выбор всех верных ответов, число которых может составлять либо 2, либо 3.

Таким образом, каждый вариант экзаменационной работы состоит из двух частей и включает в себя 32 задания, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержит 24 задания с кратким ответом. Из них 13 заданий с записью ответа в виде числа, слова или двух чисел, 11 заданий на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр. Часть 2 содержит 8 заданий (2 задания с кратким ответом и 6 заданий с развернутым ответом), объединенных общим видом деятельности – решением задач.

В части 1 для обеспечения более доступного восприятия информации задания 1–21 группируются исходя из тематической принадлежности заданий: механика, молекулярная физика, электродинамика, квантовая физика. В части 2 задания группируются в зависимости от сложности заданий и в соответствии с тематической принадлежностью.

При разработке содержания КИМ учитывается необходимость проверки усвоения элементов знаний, представленных в разделе 1 кодификатора. Общее количество заданий в экзаменационной работе по каждому из разделов приблизительно пропорционально его содержательному наполнению и учебному времени, отводимому на изучение данного раздела в школьном курсе физики.

В экзаменационной работе контролировались элементы содержания из следующих разделов (тем) курса физики:

1. **Механика** (кинематика, динамика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны), знания требовались в 34% заданий от общего количества заданий в КИМ.

Заданий из раздела «Статика» не было.

2. **Молекулярная физика** (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика), знания требовались в 22% заданий от общего количества заданий в КИМ.

3. **Электродинамика и основы СТО** (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, оптика), знания требовались в 31% заданий от общего количества заданий в КИМ.

Задание 31 требовала комбинированных знаний электродинамики и механики.

Заданий из раздела «Основы СТО» не было.

4. **Квантовая физика и элементы астрофизики** (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра, элементы астрофизики), знания требовались в 16% заданий от общего количества заданий в КИМ.

**Задания по механике** проверяли все основные умения и способы действий, указанные в Спецификации КИМ для проведения в 2020 году ЕГЭ по физике (далее спецификация):

- применение при выполнении заданий знаний/понимания смысла физических понятий, величин, законов;
- умение описывать и объяснять физические явления и результаты эксперимента, включая установление соответствия между физическими величинами и формулами, интерпретацию результатов опыта, представленных в виде графика; описание изменения физических величин в процессах;
- умение делать выводы на основе эксперимента, включая планирование эксперимента при выборе экспериментальной установки;
- умение применять полученные знания при решении расчетных и качественных физических задач.

**Задания по молекулярной физике** проверяли следующие умения:

- применение при выполнении заданий знаний/понимания смысла физических понятий, величин, законов;
- умение описывать и объяснять физические явления и результаты эксперимента, включая установление соответствия между физическими величинами и формулами, интерпретацию результатов опыта, представленных в виде графика (проверялось в большей части заданий);
- умение применять полученные знания при решении расчетных физических задач.

**Задания по электродинамике** проверяли нижеперечисленные умения:

- применение при выполнении заданий знаний/понимания смысла физических понятий, величин, законов;
- умение описывать и объяснять физические явления и результаты эксперимента, включая установление соответствия между физическими величинами и формулами, между графиками и физическими величинами; интерпретацию результатов опыта, представленных в виде графика; определение направления; описание изменения физических величин в процессах;
- умение использовать методы научного познания, через определение показаний физического прибора и погрешности прямого измерения;
- умение применять полученные знания при решении расчетных физических задач.

**Задания по квантовой физике и элементам астрофизики** проверяли умения:

- применение при выполнении заданий знаний/понимания смысла физических величин и законов;
- умение описывать и объяснять физические явления и результаты эксперимента, включая интерпретацию результатов опыта, представленных в виде графика (получение данных); описание изменения физических величин в процессах;
- умение применять полученные знания при решении расчетных и качественных физических задач.

### 3.2. Анализ выполнения заданий КИМ

Таблица 12

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Иркутской области <sup>1</sup>				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимального до 60 т. б.	в группе от 61 до 80 т. б.	в группе от 81 до 100 т. б.
1.	Равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, движение по окружности	Б	41	5	36	82	93
2.	Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения	Б	47	5	43	93	98

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

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Иркутской области <sup>1</sup>				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимального до 60 т. б.	в группе от 61 до 80 т. б.	в группе от 81 до 100 т. б.
3.	Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальные энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии	Б	81	39	84	99	100
4.	Условие равновесия твердого тела, закон Паскаля, сила Архимеда, математический и пружинный маятники, механические волны, звук	Б	62	28	60	98	97
5.	Механика ( <i>объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков</i> )	П	70	50	68	91	95
6.	Механика ( <i>изменение физических величин в процессах</i> )	Б	59	31	56	87	97
7.	Механика ( <i>установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами</i> )	Б	55	21	52	92	98
8.	Связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева – Клапейрона, изопроцессы	Б	57	11	55	97	99
9.	Работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловой машины	Б	53	12	51	91	97
10.	Относительная влажность воздуха, количество теплоты	Б	33	0,3	27	81	96
11.	МКТ, термодинамика ( <i>объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков</i> )	П	52	29	51	68	85
12.	МКТ, термодинамика ( <i>изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами</i> )	Б	52	18	49	89	95
13.	Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца ( <i>определение направления</i> )	Б	41	7	36	86	95
14.	Закон сохранения электрического заряда, закон Кулона, конденсатор, сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля – Ленца	Б	45	24	38	87	99

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Иркутской области <sup>1</sup>				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от минимального до 60 т. б.	в группе от 61 до 80 т. б.	в группе от 81 до 100 т. б.
15.	Поток вектора магнитной индукции, закон электромагнитной индукции Фарадея, индуктивность, энергия магнитного поля катушки с током, колебательный контур, законы отражения и преломления света, ход лучей в линзе	Б	48	21	43	84	93
16.	Электродинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	П	67	46	64	90	95
17.	Электродинамика (изменение физических величин в процессах)	Б	51	24	47	88	97
18.	Электродинамика и основы СТО (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	Б	47	20	42	84	97
19.	Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра. Ядерные реакции	Б	65	17	67	93	95
20.	Фотоны, линейчатые спектры, закон радиоактивного распада	Б	66	18	66	99	100
21.	Квантовая физика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	Б	43	19	39	74	93
22.	Механика – квантовая физика (методы научного познания)	Б	76	23	80	96	99
23.	Механика – квантовая физика (методы научного познания)	Б	67	15	69	98	99
24.	Элементы астрофизики: Солнечная система, звезды, галактики	Б	71	40	71	90	96
25.	Молекулярная физика, электродинамика (расчетная задача)	П	18	2	10	59	94
26.	Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача)	П	30	0,3	22	86	96
27.	Механика – квантовая физика (качественная задача)	П	8	0	3	26	64
28.	Механика, молекулярная физика (расчетная задача)	П	14	0	6	50	93
29.	Механика (расчетная задача)	В	3	0,1	0,3	6	41
30.	Молекулярная физика (расчетная задача)	В	11	0	3	45	88
31.	Электродинамика (расчетная задача)	В	8	0	2	27	74
32.	Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача)	В	7	0	2	25	77

Анализ данных, приведенных в таблице, позволил сделать несколько нижеприведенных выводов по среднему проценту выполнения заданий разного уровня сложности и по проверке основных умений и способов действий.

Средний процент выполнения заданий базового уровня сложности составляет 55. Это свидетельствует о том, что задания базового уровня не относятся к сложным (сложными считаются задания, которые выполняются менее 50% участников). С этими заданиями не справились только участники, не преодолевшие минимальный балл.

Средний процент выполнения заданий повышенного уровня составляет 37. Если считать, что задание для повышенного уровня считается сложным при его выполнении менее 15% участников, то эти задания не были сложными ни для одной из групп результатов (в группе участников, не преодолевших минимальный балл, средний процент выполнения составил более 18%).

Средний процент выполнения заданий высокого уровня сложности составил 7%. Задание для высокого уровня считается сложным при его выполнении менее 15% участников. Полученный результат свидетельствует о сложности этих заданий для всех групп результатов, за исключением группы участников, набравших в диапазоне 81-100 тестовых баллов (средний процент выполнения в этой группе более 40).

Самые высокие результаты достигнуты при проверке требования 2.5 «Отличать гипотезы от научной теории, делать выводы на основе эксперимента и т. д.» на базовом уровне.

К умениям, которые также можно считать сформированными на достаточном уровне (на базовом уровне задание выполнено более 50% общего количества участников экзамена; на повышенном – более 15%), относятся следующие:

- применять в решении знание/понимание физических понятий, величин и законов (требование 1);
- умение описывать и объяснять физические явления, включая описание и объяснение результатов опыта; интерпретация результатов опыта, представленных в виде графика (требования 2.1-2.4);
- умение делать выводы на основе эксперимента (требование 2.5);
- умение решать расчетные физические задачи на повышенном уровне (требования 2.6.).

Умение решать физические задачи высокого уровня сложности у большей части участников экзамена не сформировано.

При оценке сформированности умений у отдельных групп участников (по результатам) выявлено следующее:

- 1) в группе участников, не достигших минимального балла

- лучше всего сформировано умение повышенного уровня сложности – описывать и объяснять результаты эксперимента и интерпретировать эти результаты, представленные в виде графика (42% от числа участников, получивших результат ниже минимального балла);
- практически не сформировано умение решать физические задачи любого уровня сложности (0,02-0,6% от числа участников, получивших результат ниже минимального балла).

2) в группе участников, получивших от минимального балла до 60 тестовых баллов:

- лучше всего сформировано умение повышенного уровня сложности – описывать и объяснять результаты эксперимента и интерпретировать эти результаты, представленные в виде графика (42% от числа участников, получивших результат в диапазоне минимальный балл – 60 баллов), и умение делать выводы на основе эксперимента на базовом уровне (74% от числа участников, получивших результат в диапазоне минимальный балл – 60 баллов);
- практически не сформировано умение решать физические задачи любого уровня сложности (2-10% от числа участников, получивших результат в диапазоне минимальный балл – 60 баллов).

3) в группе участников, получивших от 61 балла до 80 и от 81 до 100 баллов, все умения сформированы на достаточном уровне, лучше всего сформировано умение повышенного уровня сложности – описывать и объяснять результаты эксперимента и интерпретировать их результаты, представленные в виде графика, умение делать выводы на основе эксперимента на базовом уровне и умение решать физические задачи повышенного уровня сложности.

Для содержательного анализа по разделам школьного курса физики используется один вариант КИМ из числа выполнявшихся в Иркутской области – открытый вариант КИМ (КИМ с максимальным количеством участников). Результаты выполнения открытого варианта КИМ практически идентичны результатам по региону: по механике сложность разных вариантов, используемых в регионе, в среднем одинаковая; по молекулярной физике результаты по открытому варианту КИМ в среднем ниже на 3%, за исключением результатов выполнения задания 30; по электродинамике практически полностью совпадают; по квантовой физике и элементам астрофизики практически полное совпадение, за исключением задания 19 (результат ниже по открытому варианту КИМ).

### 3.2.1. Механика (кинематика, динамика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны)

К заданиям, в которых требовались знания и умения по механике, относятся 1-7, 23, 27, 29. На рисунке 2 приведем результативность выполнения заданий и уровень, ниже которого задания считаются сложными (Б – базовый уровень сложности, П – повышенный уровень сложности, В – высокий уровень сложности; синяя пунктирная линия – граница усвоения для базового уровня (50% выполнения), красная пунктирная линия – граница усвоения для повышенного и высокого уровней сложности (15% выполнения)).

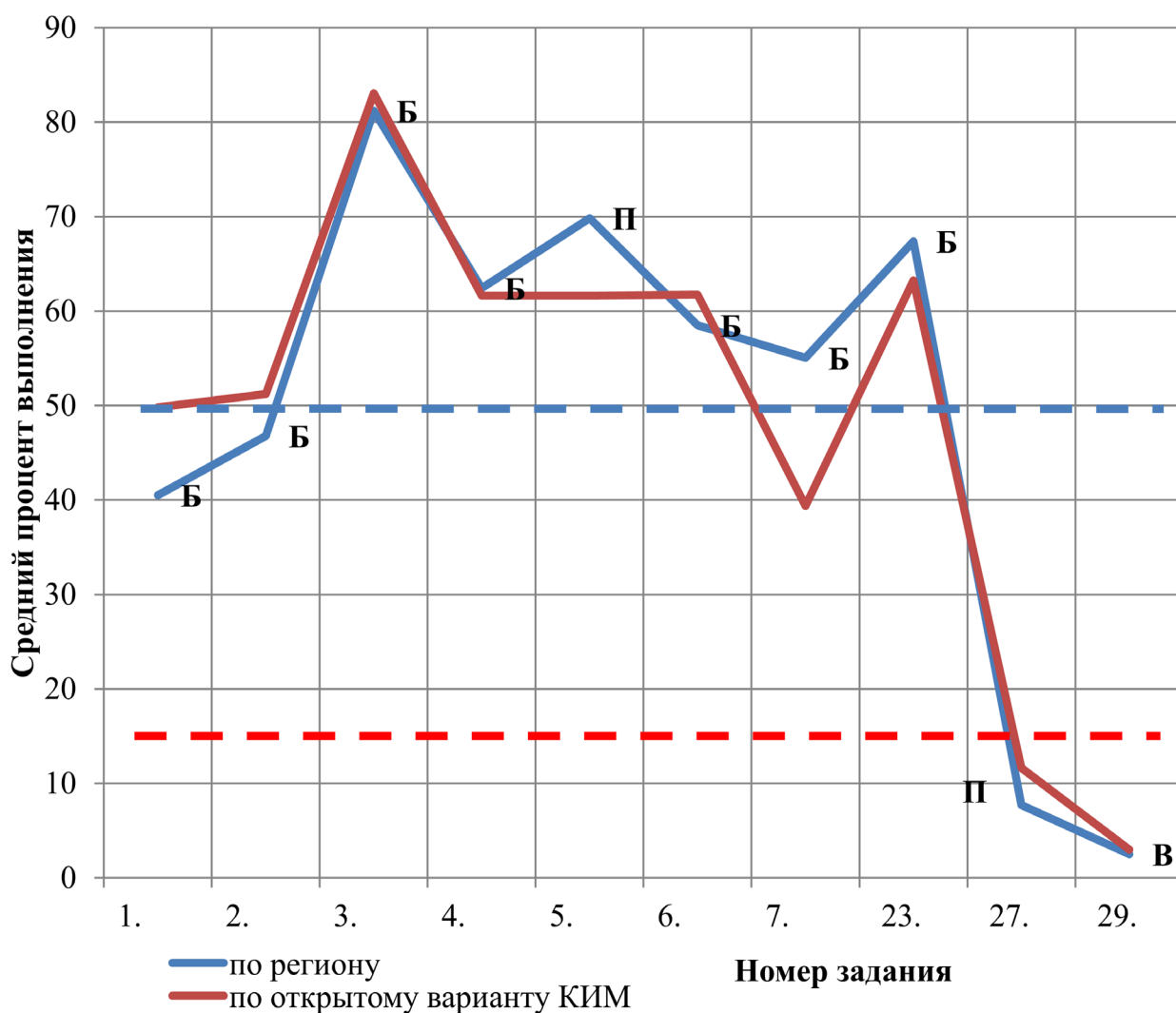


Рисунок 2. Результаты выполнения заданий по механике в 2020 году.

Результаты выполнения заданий по региону и по открытому варианту КИМ практически совпадают, исключение составляют задания 1 и 7.

Из рисунка 2 видно, что усвоенными можно считать элементы содержания/умения, проверяемые заданиями 1 и 2 (по открытому варианту КИМ), 3, 4, 5, 6, 23. Все задания, за исключением 5-го, относятся к базовому уровню сложности. Задание 5 относится к повышенному уровню сложности.

Усвоенными можно считать:

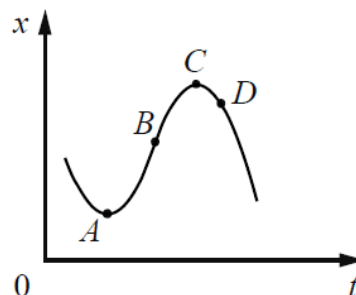
1) умение применять знания/понимание смысла физических понятий, величин и законов по темам:

- равномерное прямолинейное движение;
- кинетическая и потенциальные энергии, закон сохранения механической энергии;
- механические волны, звук, длина волны и частота звуковой волны;

2) умение описывать и объяснять результаты опыта по следующим физическим понятиям: скорость, перемещение, ускорение при равноускоренном движении (интерпретация результатов опытов, представленных в виде графиков); механические колебания (изменение физических величин, периода колебаний и скорости грузов, в процессах).

В задании 5 самым сложным для участников оказалось определение, что на участке  $BC$  скорость тела уменьшается (1): это может быть связано, во-первых, с тем, что визуальный образ вступает в противоречие со значением физической величины, которая уменьшается, и во-вторых, участники не различивают понятия «координата» и «перемещение».

5 На рисунке показан график зависимости координаты  $x$  тела, движущегося вдоль оси  $Ox$ , от времени  $t$ . Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения.



- 1) На участке  $BC$  скорость тела уменьшается.
- 2) В точке  $D$  ускорение тела и его скорость направлены в противоположные стороны.
- 3) В точке  $A$  проекция скорости тела на ось  $Ox$  равна нулю.
- 4) Проекция перемещения тела на ось  $Ox$  при переходе из точки  $B$  в точку  $D$  отрицательна.
- 5) В точке  $A$  проекция ускорения тела на ось  $Ox$  отрицательна.

В задании 6 сложным было определить, как меняется скорость груза (уменьшается) при уменьшении жесткости пружины.

**6** Груз, подвешенный к пружине жесткостью  $k$ , совершает свободные вертикальные колебания с периодом  $T$  и амплитудой  $x_0$ . Что произойдет с периодом колебаний и максимальной скоростью груза, если при неизменной амплитуде колебаний использовать пружину меньшей жесткости? Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Период колебаний груза	Максимальная скорость груза

Сложными для выполнения были задания 7 (базовый уровень сложности), 27 (повышенный уровень) и 29 (высокий уровень).

В 2020 году сложности вызваны несформированностью умения применять знания второго закона Ньютона и ускорения, элементы содержания не сформированы ни на одном из уровней. Участники экзамена не умеют описывать и объяснять физические явления (не могут установить соответствие между физическими величинами и формулами), не умеют решать физические задачи. Хотя при этом могут выбрать экспериментальную установку для изучения зависимости ускорения тела, скользящего по шероховатой наклонной плоскости, от коэффициента трения груза о плоскость.

В задании 7 особенно сложно было определить, как меняется тормозной путь автомобиля, т. к. дополнительно к понятиям/законам динамики требовались знания кинематических физических величин.

- 7 Автомобиль массой  $m$ , движущийся по прямолинейному горизонтальному участку дороги со скоростью  $v$ , совершает торможение до полной остановки. При торможении автомобиля колёса не вращаются. Коэффициент трения между колёсами и дорогой равен  $\mu$ .  
 Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.  
 К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) модуль ускорения автомобиля	1) $\mu mg$
Б) тормозной путь автомобиля	2) $\frac{v^2}{2\mu g}$
	3) $\mu g$
	4) $\frac{v}{\mu g}$

Ответ:

А	Б

Задание 27 проверяет умение применять полученные знания при решении качественных физических задач.

Качественная задача предполагает решение, состоящее из ответа на вопрос и объяснения с опорой на изученные физические закономерности или явления. Требования к полноте ответа приводятся в самом тексте задания:

- А) требование к формулировке ответа — «Как изменится ... (показание прибора, физическая величина)», «Опишите движение ...», «Постройте график ...», «Сделайте рисунок ...», «Определите значение (например, по графику)» и т. п.;
- Б) требование привести развёрнутый ответ с обоснованием — «объясните ..., указав, какими физическими явлениями и закономерностями оно вызвано» или «...поясните, указав, какие физические закономерности вы использовали для объяснения».

Обобщенная схема оценивания качественной задачи строится на основании трех основных элементов решения: 1) формулировка ответа; 2)

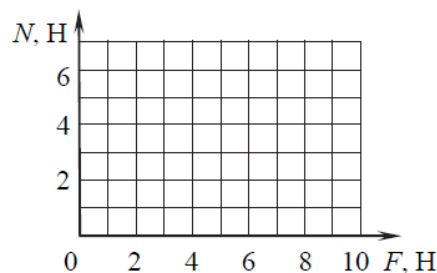
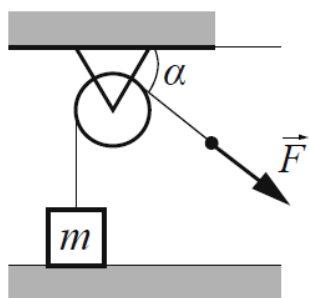
объяснение; 3) прямые указания на физические явления и законы; 4) верный рисунок или схема (дополнительно, по условию задачи).

Отсутствие рисунка (или схемы) или наличие ошибки в них приводит к снижению оценки на 1 балл. С другой стороны, наличие правильного рисунка (схемы) при отсутствии других элементов ответа в части заданий дает возможность учащемуся получить 1 балл.

27

Лёгкая нить, привязанная к грузу массой  $m = 0,4$  кг, перекинута через идеальный неподвижный блок. К правому концу нити приложена постоянная сила  $\vec{F}$ . Левая часть нити вертикальна, а правая наклонена под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту (см. рисунок).

Постройте график зависимости модуля силы реакции стола  $N$  от  $F$  на отрезке  $0 \leq F \leq 10$  Н. Ответ поясните, указав, какие физические явления и закономерности Вы использовали для объяснения. Сделайте рисунок с указанием сил, приложенных к грузу.



Для полного верного решения требовалось правильно зарисовать график в заданном масштабе, записать второй закон Ньютона для груза и условия отрыва груза от поверхности. 79% участников экзамена не смогли выполнить это задание. Дополнительная сложность заключалась в том, что в условии были даны избыточные данные (указан угол наклона правой нитки), что приводило к неверной записи второго закона Ньютона.

Задание 29 проверяло умение применять полученные знания при решении расчетных физических задач высокого уровня.

Полное решение расчетной физической задачи должно включать следующие элементы:

1) положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в качестве исходных принимаются формулы, указанные в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике);

II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов.).

Стандартными считаются обозначения физических величин, принятые в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике;

III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);

IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины.

29 Пластилиновый шарик в момент  $t = 0$  бросают с горизонтальной поверхности Земли с начальной скоростью  $v_0$  под углом  $\alpha$  к горизонту. Одновременно с некоторой высоты над поверхностью Земли начинает падать из состояния покоя другой такой же шарик. Шарик абсолютно неупруго сталкиваются в воздухе. Сразу после столкновения скорость шариков направлена горизонтально. На какое расстояние  $d$  по горизонтали переместятся шарик за время от столкновения шариков до их падения на землю? Сопротивлением воздуха пренебречь.

Для полного правильного решения требовались кинематические уравнения движения для свободно падающего тела и тела, брошенного под углом к горизонту (уравнения координат  $x$  и  $y$ , для проекций скоростей на вертикальную и горизонтальную плоскости, а также закон сохранения импульса). Участники экзамена записывали только часть формул, но не все: отсутствие двух из них приводило к результату 0 баллов.

Анализ результатов по группам показал, что все задания, за исключением 2 и 5, были сложными для группы с результатами в диапазоне от минимального балла до 60 и в группе, не достигшей минимального балла.

Во всех группах участников, за исключением не преодолевших минимальный балл, знают/понимают закон всемирного тяготения и умеют описывать и объяснять физические явления с интерпретацией результатов опыта, представленных в виде графика для физических величин скорость, перемещение, ускорение при равноускоренном движении.

Для групп участников с результатами от минимального балла до 60 и от 61 до 80 баллов сложности связаны с установлением соответствия между физическими величинами (ускорение тела и тормозной путь) и формулами для

их расчета (задание 7); с решением расчетной физической задачи на применение кинематических уравнений для свободного падения тел и тела, брошенного под углом к горизонту, закона сохранения импульса.

### 3.2.2. Молекулярная физика (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика)

К заданиям, в которых требовались знания и умения по молекулярной физике, относятся 8, 9, 10, 11, 12, 28, 30. На рисунке 3 приведем результативность выполнения заданий (Б – базовый уровень сложности, П – повышенный уровень сложности, В – высокий уровень сложности; синяя пунктирная линия – граница усвоения для базового уровня (50% выполнения), красная пунктирная линия – граница усвоения для повышенного и высокого уровней сложности (15 % выполнения).

Большая часть заданий открытого варианта КИМ направлена на проверку элементов содержания раздела «Термодинамика» и оценку умений описывать и объяснять физические явления.

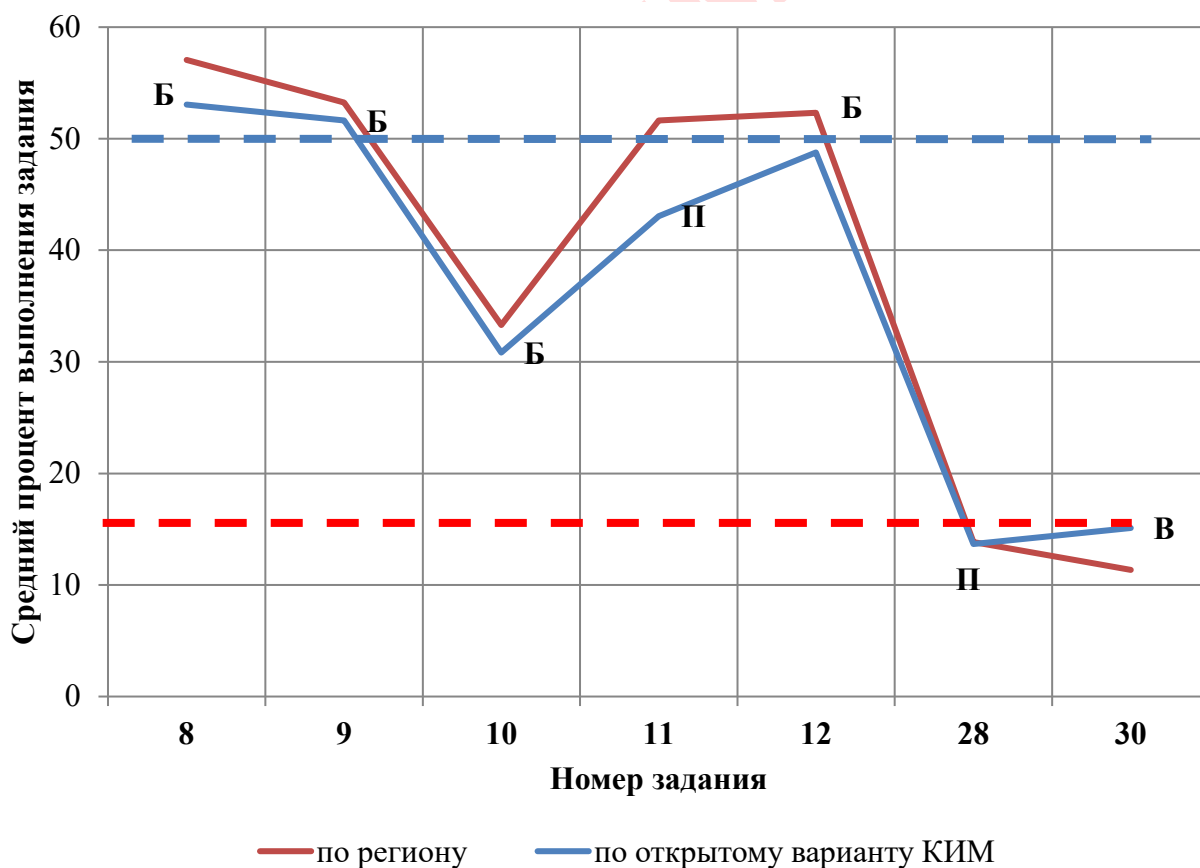


Рисунок 3. Результаты выполнения заданий по молекулярной физике и термодинамике в 2020 году

Результаты выполнения заданий показали, что усвоенными можно считать элементы содержания и умения, проверяемые базовыми заданиями 8, 9, 12 (по региону); 11-м заданием повышенного уровня сложности; 30-м заданием высокого уровня сложности. Сложности вызвали задания базового уровня 10 и 12 (по открытому варианту КИМ), 28-е задание повышенного уровня сложности.

Сформированными на достаточном уровне можно считать умение применять знания/понимание смысла физических понятий, величин, законов и умение описывать и объяснять физические явления (включая объяснения явлений, представленных в виде графика) по следующим содержательным элементам: работа в термодинамике, первый закон термодинамики, насыщенный пар, внутренняя энергия, изохорный процесс. С другой стороны, участники экзамена не показали сформированность названных умений по темам: удельная теплота парообразования, цикл Карно (установление соответствия между физическими величинами и формулами).

Знания об уравнении Менделеева-Клапейрона, первом законе термодинамике сформированы на базовом и высоком уровнях в достаточной степени. Знания об изохорном процессе сформированы на повышенном и высоком уровнях у достаточного количества участников.

Умение применять полученные знания при решении расчетных физических задач не сформировано на повышенном уровне по содержательным элементам «количество теплоты при нагревании», «удельная теплота плавления», но сформировано на высоком уровне для содержательных элементов – уравнение Менделеева-Клапейрона, изохорный процесс, первый закон термодинамики. Такой дисбаланс связан не с тем, что участники экзамена не владеют теоретическим материалом, а с тем, что формат решения задачи изменился с этого года: до 2020 года требовался только ответ, а с текущего года подробное решение.

Полное правильное решение задания 28, так же как и любой расчетной задачи высокого уровня сложности, должно содержать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом. Отличительной особенностью 28-го задания является то, что для его решения используются формулы, закономерности из одного раздела, а в заданиях 29-32 требуется комплексное использование знаний и умений из различных разделов курса физики. В связи с этим, в 28-м задании не допускаются физические ошибки или неточности – для получения хотя бы 1 балла требуется записать все необходимые положения теории, физические законы, закономерности и провести преобразования, направленные на решение задачи.

Таблица 13

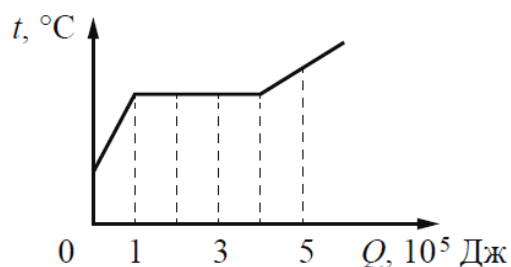
Критерии оценивания выполнения задания 28	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае перечисляются законы и формулы);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	2
<p><u>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены преобразования, направленные на решение задачи.</u> Но имеется один или несколько из следующих недостатков.</p> <p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение, которые не отделены от решения и не зачёркнуты.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки и (или) в математических преобразованиях/ вычислениях пропущены логически важные шаги.</p> <p style="text-align: center;">И (ИЛИ)</p> <p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	1
<p>Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1 или 2 балла</p>	0
<p>Максимальный балл</p>	2

**Задание 28.** Для решения задачи требовалось записать в решении уравнение теплового баланса, формулу для определения количества теплоты при нагревании (охлаждении) тела, количества теплоты при плавлении (кристаллизации) вещества и условие теплового равновесия. Основные ошибки в решении были связаны с записью условия теплового равновесия. В большинстве решений оно отсутствовало, участники не поясняли, почему начальная температура была равна 0 градусов, а отсутствие одной физической закономерности не позволило поставить более 0 баллов за решение. 0 баллов за решение получили 83% участников экзамена. Сложность в записи связана, скорее всего, с отсутствием этой записи в кодификаторе и тем, что при обучении анализ условий аналогичных задач не конкретизирует условие теплового равновесия.

- 28 В калориметре находятся в тепловом равновесии вода и лёд. После опускания в калориметр болта, имеющего массу 165 г и температуру  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 20% воды превратилось в лёд. Удельная теплоёмкость материала болта равна  $500\text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$ . Какая масса воды первоначально находилась в калориметре? Теплоёмкостью калориметра пренебречь.

Задание 10 посвящено проверке знания/понимания смысла физических понятий, величин, законов (удельная теплота парообразования) и умения объяснять физические явления (парообразование).

- 10 На рисунке показан график изменения температуры вещества, находящегося в закрытом сосуде, по мере поглощения им количества теплоты. Масса вещества равна 0,5 кг. Первоначально вещество было в жидком состоянии. Какова удельная теплота парообразования вещества?



Ответ: \_\_\_\_\_ кДж/кг.

Задание 12 в открытом варианте КИМ проверяло знания и умения установления соответствия между физическими величинами и формулами, описывающими работу идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно (правильный ответ – 21). При этом дополнительно к получившим 0 баллов за задание 10% участников не смогли установить соответствие между температурой холодильника и формулой (2) и 24% между количеством теплоты, отдаваемым рабочим телом двигателя за цикл, и соответствующей формулой (1).

12

Температура нагревателя идеального теплового двигателя, работающего по циклу Карно, равна  $T_1$ , а коэффициент полезного действия этого двигателя равен  $\eta$ . За цикл рабочее тело двигателя получает от нагревателя количество теплоты  $Q_1$ .

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

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

## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) температура холодильника  
 Б) количество теплоты, отдаваемое рабочим телом двигателя за цикл

## ФОРМУЛЫ

- 1)  $Q_1(1-\eta)$   
 2)  $T_1(1-\eta)$   
 3)  $\frac{T_1}{1-\eta}$   
 4)  $Q_1\eta$

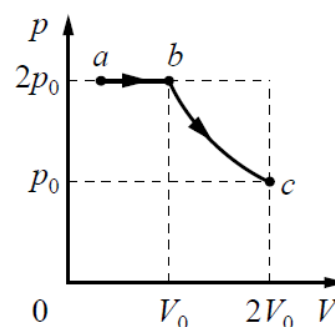
Ответ:

А	Б

В группе не преодолевших минимальный балл не сформированы на достаточном уровне заявленные знания и умения разделов «Молекулярная физика», за исключением содержания «Насыщенный пар, внутренняя энергия, изохорный процесс» в 11-м задании повышенного уровня, в котором требовалось объяснить явления, представленные в виде графика (достаточным является порог в 15%, а задание выполнили 23% в этой группе).

11

В цилиндрическом сосуде, закрытом подвижным поршнем, находится водяной пар и капля воды. С паром в сосуде при постоянной температуре провели процесс  $a \rightarrow b \rightarrow c$ ,  $pV$ -диаграмма которого представлена на рисунке. Из приведённого ниже списка выберите **два** правильных утверждения относительно проведённого процесса.



- 1) В точке  $c$  водяной пар является насыщенным.
- 2) На участке  $b \rightarrow c$  внутренняя энергия пара уменьшается.
- 3) На участке  $a \rightarrow b$  внутренняя энергия капли уменьшается.
- 4) На участке  $a \rightarrow b$  к веществу в сосуде подводится положительное количество теплоты.
- 5) На участке  $b \rightarrow c$  масса пара уменьшается.

Ответ:

--	--

В группе участников, получивших в результате от минимального до 60 тестовых баллов, не справились с заданиями 10, 12, 28 и 30. Это задания с разным содержанием, проверяющие разные умения и имеющие разные уровни сложности.

В группах с более высокими результатами (от 61 тестового балла и выше) со всеми заданиями справились на достаточном уровне.

### 3.2.3. Электродинамика (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика)

Результаты выполнения заданий, которые направлены на проверку знаний/умений по элементам содержания раздела, представлены на рисунке 4: задания базового уровня сложности (13, 14, 15, 17, 18, 22), задания повышенного уровня сложности (16, 25) и задания высокого уровня сложности (31 и 32) (Б – базовый уровень сложности, П – повышенный уровень сложности, В – высокий уровень сложности; синяя пунктирная линия – граница усвоения для базового уровня (50% выполнения), красная пунктирная линия – граница усвоения для повышенного и высокого уровней сложности (15 % выполнения)).

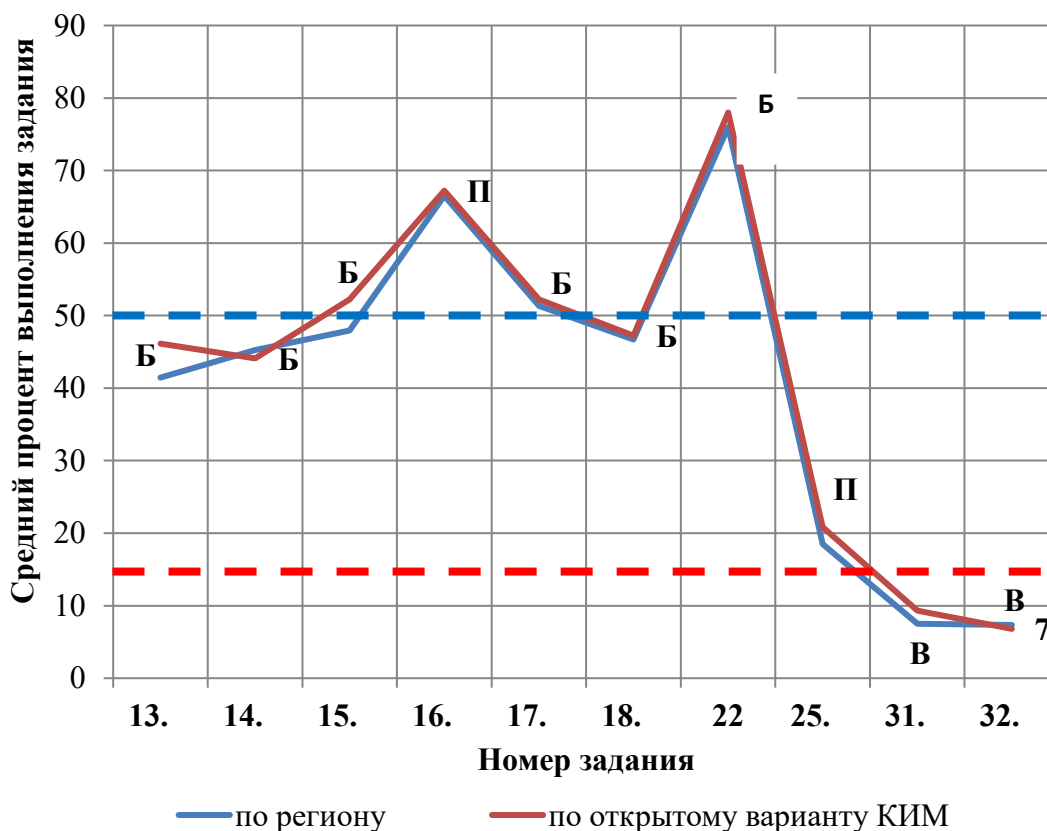


Рисунок 4. Результаты выполнения заданий по электродинамике в 2020 году

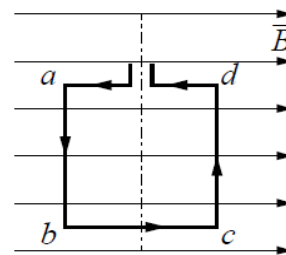
На достаточном уровне сформированы знания/умения, проверяемые заданиями 15 (по открытому варианту КИМ), 16, 17, 22, 25. Не сформированы знания/умения, проверяемые заданиями 13, 14, 18, 31 и 32.

Умение определять показания прибора и погрешность прямого измерения сформировано на достаточном уровне (задание 22) – самый высокий средний процент выполнения из всех заданий по электродинамике.

Знания/понимание смысла физических понятий, величин, законов и умение описывать и объяснять физические явления сформированы по темам: ЭДС самоиндукции; мощность электрического тока, сила тока, напряжение (интерпретация результатов опытов, представленных двумя графиками). С другой стороны, эти умения не усвоены участниками экзамена по следующим темам: закон Кулона, перераспределение заряда между двумя одинаковыми заряженными шариками; сила Ампера (определение направления); свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре, энергия электрического поля, энергия магнитного поля, заряд конденсатора (установление соответствия между графиками и физическими величинами).

13

Квадратная проволочная рамка расположена в однородном магнитном поле так, что вектор магнитной индукции  $\vec{B}$  лежит в плоскости рамки (см. рисунок). Направление тока в рамке показано стрелками. Куда направлена относительно рисунка (*вправо, влево, вверх, вниз, к наблюдателю, от наблюдателя*) сила Ампера, действующая на сторону  $cd$  рамки со стороны внешнего магнитного поля  $\vec{B}$ ? Ответ запишите словом (словами).



Ответ: \_\_\_\_\_.

14

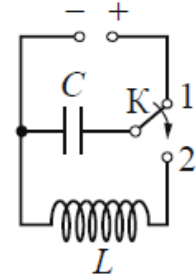
Два одинаковых маленьких металлических заряженных шарика с зарядами  $+3q$  и  $-q$  находятся на большом расстоянии  $r$  друг от друга. Их соединяют тонкой проволокой, а затем проволоку убирают. Во сколько раз уменьшается по модулю сила электростатического взаимодействия шариков?

Ответ: в \_\_\_\_\_ раз(а).

В задании 18 дополнительно к тем, кто получил 0 баллов, еще 19% участников не смогли установить соответствие между графиком Б и зарядом левой обкладки конденсатора, а 16% – между первым графиком и энергией магнитного поля катушки.

18

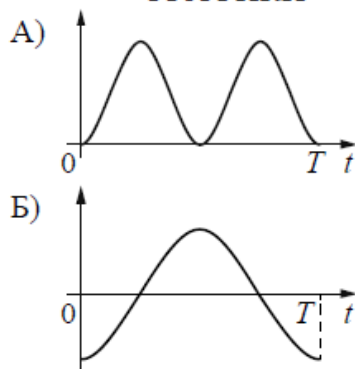
Конденсатор идеального колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент  $t=0$  переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б отображают изменения с течением времени  $t$  физических величин, характеризующих возникшие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



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

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

## ГРАФИКИ



## ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Ответ:

А	Б

Нижеперечисленные содержательные элементы сформированы на базовом уровне при проверке умения описывать и объяснять результаты опыта через изменение физических величин в процессах, но не сформированы на высоком уровне, проверяемые через расчетную задачу: формула тонкой линзы, собирающая линза, оптическая сила тонкой линзы (задание 32).

Задание 32 относится к задачам высокого уровня сложности, оно проверяет умение решать расчетные физические задачи. Максимальный первичный балл за задание – 3. Обобщенные требования к полному верному решению были представлены ранее (задание 29, раздел «Механика»). Верер ответов показал, что участников, которые решали задачу и получили 3 балла и 1 балл, по 4% каждый, а их разделяет только одна закономерность, чаще всего это формула тонкой линзы или в решении присутствует только правильный рисунок, который был сделан в большинстве работ.

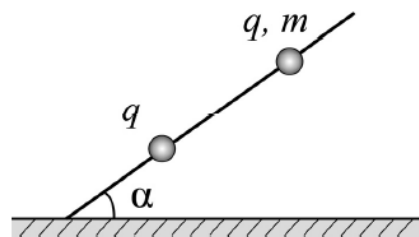
32

На двойном фокусном расстоянии от собирающей линзы с оптической силой 10 дптр на её главной оптической оси расположен точечный источник света. Линза вставлена в непрозрачную оправу радиусом 5 см. Каков диаметр светлого пятна на экране, расположенном на расстоянии 30 см от линзы? Сделайте рисунок с указанием хода лучей.

В задании 31, так же как и в 32-м, требовалось решить расчетную задачу высокого уровня сложности. Несмотря на то что для решения требовалось всего два закона (закон Кулона и Второй закон Ньютона), участники экзамена с задачей не справились. Это связано с двумя причинами: во-первых, с тем, что применение законов механики для электростатических объектов (задача носила комбинированный характер) всегда вызывает сложности, т. к. такие физические ситуации не относятся к типовым; во-вторых, как было сказано ранее, знания/умения на применение второго закона Ньютона у экзаменуемых не сформированы на достаточном уровне, а именно участники не смогли правильно указать все силы, действующие на бусинку (основная ошибка – отсутствие силы реакции опоры), и, как следствие, закон был неверно записан.

31

На столе закреплён длинный тонкий непроводящий стержень, наклонённый под углом  $\alpha$  к горизонту (см. рисунок). На стержне закреплена маленькая заряженная бусинка. Выше неё на стержень надета другая такая же заряженная бусинка, которая может скользить по стержню без трения. Заряды бусинок одинаковы и равны  $q$ , масса бусинки равна  $m$ . Определите расстояние  $l$  между бусинками, если они находятся в равновесии. Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на верхнюю бусинку. Электростатическим воздействием стола на бусинки пренебречь.



Участники экзамена не справились с расчетными задачами высокого уровня, но на достаточном уровне освоили решение задач повышенного уровня сложности (задание 25). В задаче требовалось применить знания закона Ома для участка цепи и формулу для определения силы Лоренца.

С заданием 16 (задание повышенного уровня) на достаточном уровне справились во всех группах результатов, даже в группе не преодолевших минимальных порог. В задании требовалось интерпретировать результаты опытов, представленных на двух графиках: графике зависимости мощности, выделяемой в спирали лампы накаливания, от температуры спирали и графике зависимости силы тока через лампу от приложенного напряжения.

В группе от минимального до 60 тестовых баллов, кроме 16 задания, успешно справились с 17-м и 22-м заданием (базовый уровень сложности). В задании 17 требовалось оценить изменение физических величин (расстояния от

линзы до изображения, оптической силы линзы) при удалении от собирающей линзы небольшого предмета, первоначально расположенного на главной оптической оси на тройном фокусном расстоянии от нее, а в задании 22 – показания и погрешность прямого измерения амперметром по рисунку.

Две группы с наиболее высокими результатами справились на достаточном уровне со всеми заданиями (граница усвоения для базового уровня – 50% выполнения, граница усвоения для повышенного и высокого уровней сложности -15% выполнения).

### 3.2.4. Квантовая физика (физика атома, физика атомного ядра)

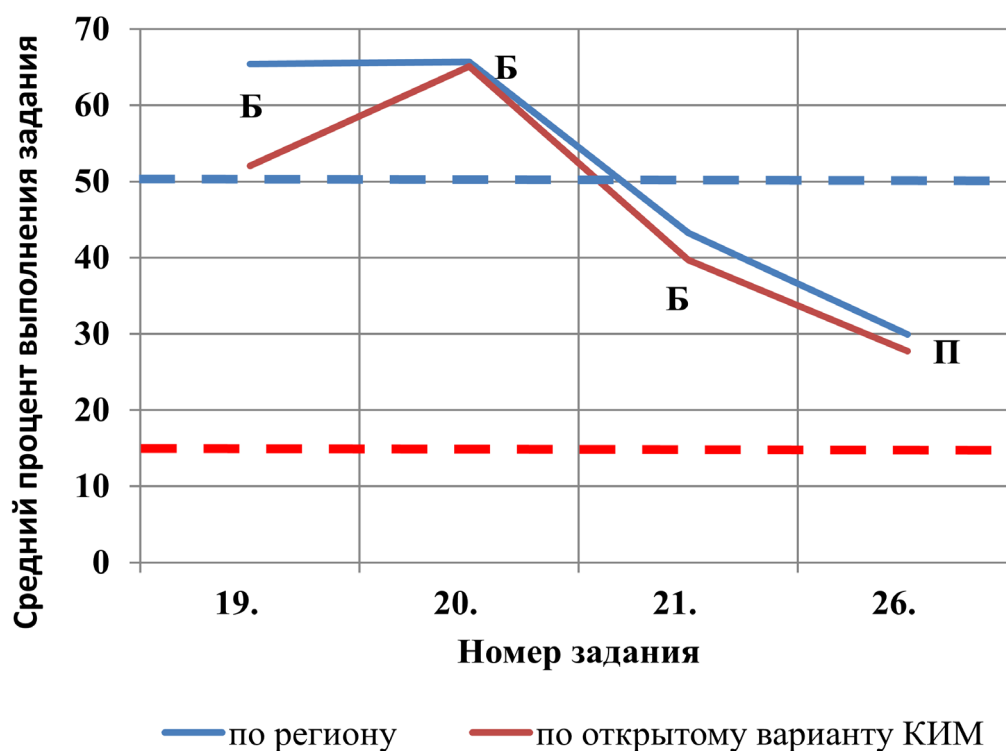


Рисунок 5. Результаты выполнения заданий по квантовой физике в 2020 году

На достаточном уровне сформированы знания/умения, проверяемые заданиями 19, 20, 26. Задание 21 оказалось сложным для большей части участников экзамена.

В задании 21 (базовый уровень сложности) проверялось умение описывать и объяснять физические явления через изменение физических величин в процессах. Дополнительно к участникам, которые получили 0 баллов за выполнение задания, еще 13% экзаменуемых не смогли определить, как изменяется работа выхода, и 20% не определили изменение максимальной кинетической энергии фотоэлектронов (эти участники получили по 1 первичному баллу).

21

При исследовании зависимости кинетической энергии фотоэлектронов от частоты падающего света фотоэлемент освещался через светофильтры. В первой серии опытов использовался светофильтр, пропускающий только синий свет, а во второй – пропускающий только жёлтый. В каждом опыте наблюдали явление фотоэффекта. Как изменяются максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов и работа выхода при переходе от первой серии опытов ко второй?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

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

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

Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов	Работа выхода

При этом стоит отметить, что участники экзамена смогли применить знания о фотоэффекте при решении расчетной задачи повышенного уровня.

Таким образом, результаты выполнения заданий по квантовой физике показали, что у участников экзамена на достаточном уровне сформированы следующие знания/умения:

- 1) знание/понимание смысла физических понятий, величин, законов для содержательного элемента «Ядерные реакции»;
- 2) умение описывать и объяснять физические явления по данным, представленным на графике, для содержательно элемента «Закон радиоактивного распада»;
- 3) умение применять полученные знания при решении расчетной физических задачи по теме «Фотоэффект».

На достаточном уровне знания/умения по квантовой физике сформированы во всех группах участников, за исключением группы с результатами, не достигшими минимального балла. В группе с результатами от минимального до 60 тестовых баллов не сформировано только умение описывать и объяснять физические явления через изменение физических величин при фотоэффекте (задание 21).

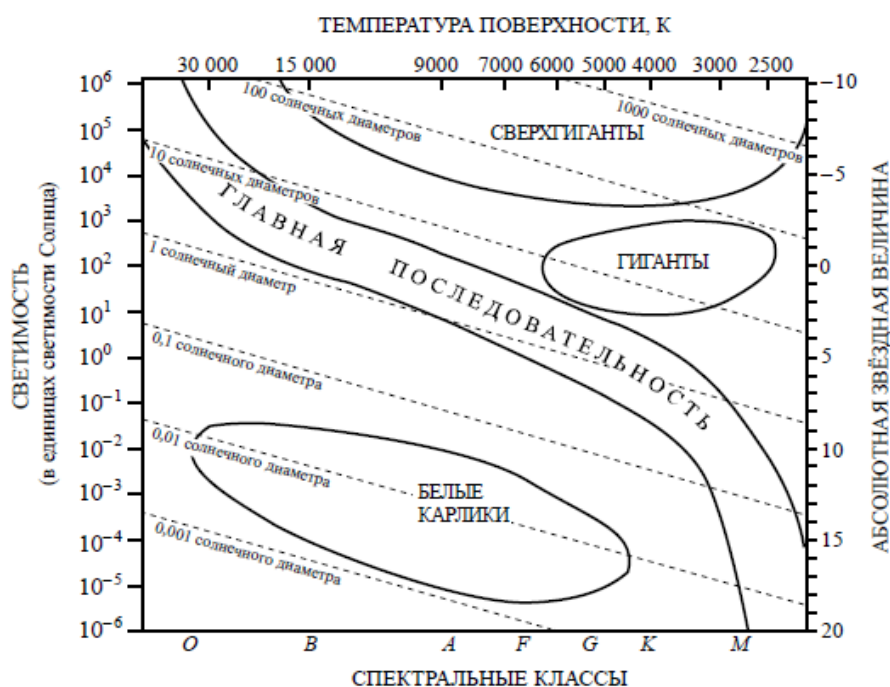
### 3.2.5. Элементы астрофизики

Знания/умения проверялись заданием базового уровня сложности – 24.

Задание 24. Звезды: разнообразие звездных характеристик, их закономерности/ определение характера физического процесса по графику.

Средний процент выполнения задания более 71. В задании требовалось выбрать все верные утверждения, без указания их количества. Дополнительные к тем, кто выбрал два верных утверждения, еще 15% участников выбрали их, но у них были лишние (неверные утверждения). Около 21% участников ошибочно считает, что средняя плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов; около 10% участников ошибочно считает, что температура поверхности звезд спектрального класса G в 2 раза выше температуры поверхности звезд спектрального класса A; 6% участников ошибочно считает, что звезда Антарес с температурой поверхности 3300 К относится к звездам спектрального класса A.

24 На рисунке представлена диаграмма Герцшпрунга – Рассела.



Выберите все верные утверждения о звёздах.

- 1) Средняя плотность белых карликов существенно меньше средней плотности гигантов.
- 2) Звезда Бетельгейзе, имеющая радиус, почти в 1000 раз превышающий радиус Солнца, относится к сверхгигантам.
- 3) «Жизненный цикл» звёзд спектрального класса K главной последовательности более длительный, чем звёзд спектрального класса B главной последовательности.
- 4) Звезда Антарес с температурой поверхности 3300 К относится к звёздам спектрального класса A.
- 5) Температура поверхности звёзд спектрального класса G в 2 раза выше температуры поверхности звёзд спектрального класса A.

Ответ: \_\_\_\_\_.

На достаточном уровне знания/умения по разделу сформированы во всех группах участников, за исключением группы с результатами, не достигшими минимального балла.

### 3.3. Выводы об итогах анализа выполнения заданий, групп заданий

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

*Механика (кинематика, динамика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны):*

- равномерное прямолинейное движение; закон всемирного тяготения, кинетическая и потенциальные энергии, закон сохранения механической энергии; механические волны, звук, длина волны и частота звуковой волны/ умение применять знания/понимание смысла физических понятий, величин и законов, умение описывать и объяснять физические явления;
- скорость, перемещение, ускорение при равноускоренном движении)/ умение описывать и объяснять результаты опыта по следующим физическим понятиям (интерпретация результатов опытов, представленных в виде графиков);
- механические колебания / умение описывать и объяснять результаты опыта по физическим понятиям (интерпретация результатов опытов, представленных в виде графиков, описание изменения физических величин в процессах);
- второй закон Ньютона/ умение делать выводы на основе эксперимента (метод научного познания: выбор экспериментальной установки для проведения исследования).

*Молекулярная физика (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика):*

- уравнение Менделеева – Клапейрона, работа в термодинамике, первый закон термодинамики/ умение применять знания/понимание смысла физических понятий, величин и законов, умение описывать и объяснять физические явления; умение применять полученные знания при решении расчетной физической задачи;
- насыщенный пар, внутренняя энергия, изохорный процесс/ умение описывать и объяснять физические явления (объяснение явлений, представленных в виде графика).

*Электродинамика (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика):*

- ЭДС самоиндукции, мощность электрического тока, сила тока, напряжение (интерпретация результатов опытов, представленных в виде графика)/ умение применять знания/понимание смысла физических

понятий, величин и законов, умение описывать и объяснять физические явления;

- формула тонкой собирающей линзы, оптическая сила тонкой линзы/ умение описывать и объяснять результаты опыта (изменение физических величин в процессах);
- закон Ома для участка цепи, сила Лоренца/ умение применять полученные знания при решении расчетной физической задачи;
- амперметр/ методы научного познания (определение показаний и погрешности прямого измерения).

*Квантовая физика (физика атома, физика атомного ядра):*

- ядерные реакции/ умение применять знания/понимание смысла физических понятий, величин и законов;
- закон радиоактивного распада/ умение описывать и объяснять физические явления;
- фотоэффект/ умение решать физические задачи (расчетная задача).

*Элементы астрофизики:*

- звезды: разнообразие звездных характеристик их закономерности/ умение описывать и объяснять физические явления (определение характера физического процесса по графику).

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

*Механика (кинематика, динамика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны):*

- кинематические уравнения движения для свободно падающего тела и тела, брошенного под углом к горизонту (уравнения координат  $x$  и  $y$ , для проекции скоростей на вертикальную и горизонтальную плоскости), закон сохранения импульса/ умение решать расчетные физические задачи;
- второй закон Ньютона, сила трения, ускорение / умение описывать и объяснять физические явления (установление соответствия между физическими величинами и формулами), умение решать физические задачи.

*Молекулярная физика (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика):*

- удельная теплота парообразования, цикл Карно (установление соответствия между и формулами)/ умение применять знания/понимание

смысла физических понятий, величин и законов, умение описывать и объяснять физические явления;

- количество теплоты при нагревании, удельная теплота плавления / умение решать физические задачи (расчетная задача).

*Электродинамика (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика):*

- сила Ампера (определение направления), закон Кулона, перераспределение заряда между двумя телами, свободные электромагнитные колебания в колебательном контуре, энергия электрического поля, энергия магнитного поля, заряд конденсатора (установление соответствия между графиками и физическими величинами)/ умение применять знания/понимание смысла физических понятий, величин и законов, умение описывать и объяснять физические явления;
- закон Кулона, формула тонкой собирающей линзы, оптическая сила тонкой линзы / умение решать физические задачи (расчетная задача).

*Квантовая физика (физика атома, физика атомного ядра):*

- фотоэффект/ умение описывать и объяснять физические явления (изменение физических величин в процессах).

3.3.3. Изменения успешности выполнения заданий разных лет по одной теме/проверяемому умению, виду деятельности

*Механика (кинематика, динамика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны)*

При достаточной сформированности понимания о равноускоренном движении работа с графиками вызывает сложности второй год подряд: в 2019 году по графику определяли модуль ускорения, в 2020 году – изменение скорости.

В 2019 году определение периода колебания пружинного маятника по данным, приведенным в таблице, вызвали затруднение, но определить, как меняется период колебаний при изменении жесткости пружины сложности, в 2020 году не вызвало.

Применение второго закона Ньютона для решения физических задач является сложным для участников ЕГЭ по физике в 2019-2020 годах.

*Молекулярная физика (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика).*

В 2020 году знания/умения об уравнении Менделеева-Клапейрона и первом законе термодинамики сформированы достаточно как на базовом, так и

на высоком уровнях, то есть участники понимают их смысл, умеют с их помощью описывать и объяснять физические явления, применять при решении расчетных физических задач. Это можно считать положительной динамикой по следующим причинам:

- первый закон термодинамики в 2019 году успешно применялся только на базовом и повышенном уровне, а на высоком – нет;
- уравнение Менделеева-Клайперона в 2019 году участники экзамена не смогли применить ни на одном из уровней сложности.

С заданием 30 (расчетная физическая задача высокого уровня сложности) справлялись на достаточном уровне (от 15% от общего количества участников) как в 2018, так и в 2020 годах. Это единственное задание КИМ такого уровня сложности с достаточным процентом выполнения участниками экзамена. В 2019 году в задании требовались комбинированные знания молекулярной физики и статики, а содержательные элементы раздела «Статика» усваиваются сложно.

*Электродинамика (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика.*

Сравнение результатов за последние три года позволили выявить следующее:

- участники экзамена не умеют применять мнемонические правила для определения направлений силы Ампера (2018, 2020 г.г.), силы Лоренца (2019 г.);
- два года подряд участники экзамена не могут справиться с заданиями, аналогичными заданию 14 (КИМ 2020 г., см. выше), т. е. не сформировано понимание, как взаимодействуют между собой заряженные тела при соприкосновении, и, как следствие, неверно применяют закон Кулона; следует отметить, что задания, в которых требуется понимание и применение закона Кулона, ежегодно вызывают трудности как на базовом, так и на высоком уровнях сложности;
- второй год подряд КИМ требует знания/понимания формулы для расчетов энергии магнитного поля: в 2019 году требовалось рассчитать энергию, а в 2020 году установить соответствие между названной энергией и графиком ее изменения, результаты остаются низкие;
- результаты выполнения задания 22 стали выше результатов 2018 года: в 2018 году участники должны были определить показания двухпредельного амперметра и из текста задания выбрать правильную погрешность (с заданием справился 41% участников экзамена); в 2020

году определяли показания и погрешность прямого измерения амперметра (78% средний процент выполнения);

- сложности вызывают задачи комбинированного характера, как и в 2019 году (задание 31 в КИМ 2020 года) требует знаний/применения законов электродинамики и механики).

*Квантовая физика (физика атома, физика атомного ядра)*

В период 2018-2020 г. г. результаты показывают:

- достаточный уровень знания/понимания ядерных реакций;
- положительную динамику, по сравнению с 2019 годом, в умении описывать и объяснять физические явления с использованием закона радиоактивного распада.

Последний результат может быть связан с тем, что в задании 2019 года закон требовалось применить в комплексе со знанием/пониманием ядерных реакций, а в задании 2020 г. применялся только закон радиоактивного распада. Это позволяет сделать вывод, что участники знают/понимают эти закономерности, но комплексно их применить не могут.

*Элементы астрофизики*

Отличительной особенностью задания 24 в 2020 году было то, что в его тексте не указывалось конкретное число верных ответов – это могло снизить средний процент выполнения задания, но этого не произошло. Средний процент выполнения стал выше на 9%. Последнее может быть связано еще и с тем, что содержание задания по сравнению с 2019 годом не изменилось: проводится анализ характеристик звезд по диаграмме Герцшпрунга-Рессела.

3.3.4. Выводы о существенности вклада содержательных изменений (при наличии изменений) КИМ, использовавшихся в регионе в 2020 году, относительно КИМ прошлых лет:

- в 2020 году в КИМ (открытый вариант) не были включены задания, требующие знаний/умений по «Статике». Это положительно отразилось на результатах, т. к. они ежегодно вызывают трудности. В 2019 году сложности были связаны со следующими содержательными элементами: закон Архимеда, выражение для гидростатического давления и правило моментов сил;
- в 2020 году по сравнению с 2019-м увеличилась доля вопросов термодинамики в заданиях КИМ, это привело к снижению среднего процента выполнения заданий.

#### 4. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЕГЭ

Содержательная подготовка к экзамену по физике, как к любому испытанию с высокими ставками, к испытанию, от успешного прохождения которого зависит продолжение обучения на инженерных, технических и естественно-научных специальностях вузов, требует системности и основательности. При подготовке к ЕГЭ по физике необходимо ознакомиться со следующими документами, подготовленными ФГБНУ «Федеральный институт педагогических измерений» (ФГБНУ «ФИПИ»): Спецификацией контрольных измерительных материалов для проведения ЕГЭ по ФИЗИКЕ и Кодификатором элементов содержания и требований к уровню подготовки обучающихся для проведения ЕГЭ по ФИЗИКЕ (далее Кодификатор). Распечатать Кодификатор и использовать его на уроках и дома как справочник в части обозначения физических величин и записи исходных формул, в случае необходимости дополнять его отдельными формулами (с выводами)/определениями. Последнее позволит избежать существенного снижения тестового балла, при правильном решении физической задачи: в решении законы, закономерности, формулы обязательно должны быть записаны в исходном виде (как в Кодификаторе). Отсутствие таковой приводит к снижению до 3 первичных баллов. Кроме этого, стандартными считаются обозначения физических величин, принятые в Кодификаторе, при введении других буквенных обозначений физических величин требуется их описать. Если описание вновь вводимых буквенных обозначений физических величин не сделано, то участник экзамена теряет 1 первичный балл за задание высокого уровня сложности.

Учителям необходимо систематически знакомиться с демонстрационным вариантом контрольно-измерительных материалов ЕГЭ по физике, уделяя особое внимание критериям оценивания выполнения заданий с развернутым ответом. Использование аналогичных критериев для оценки работ обучающихся в изучении физики позволит не только использовать единую систему оценивания, которая будет более объективной, но и избежать участникам экзамена ошибок в оформлении решения задачи. Оформительские ошибки не так существенны, но всё же терять баллы из-за не описанных вновь введенных величин, пропущенных логических шагов, математических преобразований или не отделенных от решения лишних записей в решении на экзамене с высокими ставками было бы крайне неразумно.

Кроме этого, учителям необходимо ежегодно знакомиться с итогами ЕГЭ по предмету, чтобы вовремя корректировать процесс и недостатки, которые

выявлены при проведении ЕГЭ, и устранять их как на этапах подготовки к ЕГЭ, так и учитывать их процессе обучения физике.

Содержание КИМ ЕГЭ по физике с каждым годом становится все более практико-ориентированным, знания на репродуктивном уровне практически не проверяются, их требуется применить, как правило, в комплексе. Следовательно, процесс обучения должен полностью соответствовать системно-деятельностному подходу уже на стадии планирования. Тематическое планирование необходимо строить на поэлементном анализе содержания школьного курса физики (системный подход), уходя от параграфного планирования, которое не позволяет выполнить требования к результатам освоения образовательной программы среднего общего образования в рамках учебного плана (деятельностный подход). Планирование на основе системно-деятельностного подхода приведет к тому, что уроки изучения нового материала (сводятся к минимальному количеству) будут посвящены демонстрации этапов построения научной теории и связи между основными элементами содержания, таким образом объединятся материалы отдельных параграфов в один. Остальные уроки будут посвящены формированию физических понятий и законов, но через деятельность: решение физических задач, учебный физический эксперимент и другие виды самостоятельной работы обучающихся, включающие работу с различными источниками информации (тексты, инструкции, графические и табличные данные и т. д.).

Исходя из результатов ЕГЭ по физике обучающихся можно условно разделить на три группы: 1) группа с низким уровнем усвоения (предполагаемые результаты экзамена – ниже минимального балла); 2) группа со средним уровнем усвоения (предполагаемые результаты ЕГЭ – от минимального до 60 тестовых баллов); 3) группа с высокими результатами (предполагаемые результаты от 61 до 100 тестовых баллов). На основе этого можно проводить дифференциацию при выборе физических задач. Для первой группы предлагать задачи, для решения которой требуется 1-2 формулы одного раздела. Для второй группы рекомендуется использовать задачи качественные и расчетные, относящиеся к повышенному уровню сложности (2-3 формулы одного раздела). Для третьей группы необходимо подбирать качественные и расчетные задачи, в условиях которых для описания и объяснения объектов одной природы (например, электродинамической, квантовой и т. д.) придется использовать законы другого раздела физики (чаще всего механики). НЕ обязательно задачи должны быть сложными, они могут быть в одну-две формулы из разных разделов, но это позволит сформировать у обучающихся умение применять знания в новой ситуации и формировать представления о фундаментальности физических законов.

При решении физических задач и их оценке рекомендуется использовать критерии оценивания выполнения заданий ЕГЭ по физике – это обязательный минимум требований к полному верному решению. Критерии можно расширять, но нельзя сокращать. Рекомендуется использовать эти критерии при решении задач любого уровня сложности для формирования навыка оформления решения физических задач, запоминания буквенных обозначений физических величин и исходной записи формул, закономерностей.

*Механика (кинематика, динамика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны)*

При изучении равномерного и равноускоренного прямолинейного движения обязательно анализировать и сопоставлять (сравнивать) между собой графики с различными зависимостями. В частности, графики зависимости координаты от времени, пути от времени движения и перемещения от времени. Можно предварительно смоделировать движения с помощью реального и (или) виртуального физического эксперимента, показав изменение координаты, пути и перемещения. Это позволит разграничить сходные понятия.

При изучении механических колебаний математического и пружинного маятников желательно провести подробный анализ колебаний каждого из маятников и заполнить таблицу, включающую положения маятника и значение различных физических величин. Например, таблица для механических колебаний груза на пружине (п. р. – положение равновесия, кр. н. п. – крайнее нижнее положение; кр. в. п. – крайнее верхнее положение). Таблицу можно дополнить оценкой кинетической энергии, потенциальной энергии.

Таблица 14

1. Начальное п.р. в $t=0$	$g = 0$	$a = 0$	$F_R = 0$	$x = 0$
2. Растяжение кр.н.ж.	$g = 0$	$a_{\max} \uparrow$	$F_{R\max} \uparrow$	$x = -A$
3. П.р.	$g_{\max} \uparrow$	$a = 0$	$F_R = 0$	$x = 0$
4. Сжатие кр.в.п.	$g = 0$	$a_{\max} \downarrow$	$F_{R\max} \downarrow$	$x = A$
5. П.р.	$g_{\max} \downarrow$	$a = 0$	$F_R = 0$	$x = 0$

Это позволит формировать понятия о связи между физическими величинами и повторить ранее изученный материал. Заполнение таблиц лучше сопровождать физическим экспериментом.

Усвоение второго закона Ньютона рекомендуется проводить через решение физических задач, в которых максимально использовать рисунки с указанием всех действующих сил. Обязательно записывать второй закон Ньютона в общем виде, а затем в проекциях на выбранные оси. Выбору осей

требуется также уделить внимание, используя не только горизонтальные и вертикальные оси, вместо них можно проецировать на оси, направленные вдоль наклонной поверхности и перпендикулярно к ней. Таким образом, при формировании знаний/умений по содержательному элементу «Второй закон Ньютона» активно использовать широко известный типовой алгоритм решения задач по этой теме.

При освоении *закона сохранения импульса* обязательно предварительно анализировать физическую ситуацию, представленную в условии задачи: какие объекты участвуют во взаимодействии? Каким импульсом обладает каждый из объектов до взаимодействия? Какое взаимодействие произошло (упругое, неупругое)? Каким импульсом обладает каждый из объектов после взаимодействия (или общим импульсом)? При этом рассматривать объекты, движущиеся не только по одной прямой, но и в перпендикулярных плоскостях.

При выборе задач раздела выбирать те, в условии которых представлены не только традиционные для механики объекты.

*Молекулярная физика (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика).*

Продолжать работу по формированию умения решать физические задачи (качественные и расчетные), начиная с задач повышенного уровня сложности по всем основным формулам, закономерностям раздела (уравнение Менделеева-Клапейрона, изопроцессы, количество теплоты, внутренняя энергия, элементарная работа в термодинамике, первый закон в термодинамике) и расширять спектр этих задач (или условий) для применения формул, описывающих цикл Карно, определяющих удельную теплоту парообразования и т. д.

При изучении вопросов термодинамики обращать внимание обучающихся на условие теплового равновесия, как при освоении теоретического материала, так и при анализе физических ситуаций, предлагаемых в задачах. Обсудить со школьниками запись условия теплового равновесия в «Дано» или в «Решении» как обязательного.

*Электродинамика (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика)*

При изучении раздела требуется организация разнообразных видов деятельности (см. выше), которая позволит многократно повторять материал и преобразовывать его.

Особое внимание следует уделить:

- электростатическому взаимодействию заряженных тел (одинаковых, разнообразных), свободным электромагнитным колебаниям в

колебательном контуре, при изучении эффективным будет использование физического эксперимента;

- закону Кулона, энергии электрического поля, энергии магнитного поля, электроемкости конденсатора, формуле тонкой линзы, применяя их при решении физических задач;
- мнемоническим правилам, позволяющим определять направления силы Ампера, силы Лоренца и т. п.

*Квантовая физика (физика атома, физика атомного ядра)*

При изучении раздела следует использовать разнообразные методы для освоения явления фотоэффекта и уравнения Эйнштейна: анализировать изменение физических величин, решать физические задачи.

*Элементы астрофизики*

Существующая методика показывает положительные результаты.

ГАУ ИО ЦОПМКИМКО  
РЦОИ

## 5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. ЕГЭ 2020. Банк заданий. Физика. 1000 задач. Все задания частей 1 и 2/ М.Ю. Демидова, В.А. Грибов, А.И. Гиголо. – М.: Издательство «Экзамен», 2020.- 430 с.
2. ЕГЭ 2020. Физика. 14 вариантов. Типовые варианты заданий. / М.Ю. Демидова, В.А. Грибов, А.И. Гиголо. – М.: Издательство «Экзамен», 2020. – 183 с.
3. ЕГЭ 2020. Физика. 30 типовых экзаменационных вариантов / Под ред. М.Ю. Демидовой – М.: Издательство «Национальное образование», 2020. – 400 с.

### *Интернет-ресурсы*

1. Открытый банк заданий ГИА. Физика. // [Электронный ресурс] - URL: <https://fipi.ru/>
2. Спецификация контрольных измерительных материалов для проведения в 2021 году единого государственного экзамена по ФИЗИКЕ// [Электронный ресурс] - URL: <https://fipi.ru/>
3. Кодификатор элементов содержания и требований к уровню подготовки обучающихся для проведения ЕГЭ по ФИЗИКЕ. – // [Электронный ресурс] – URL: <https://fipi.ru/>

ГАУ ИО ЦОПМКИМКО,  
РЦОИ

**Результаты  
единого государственного экзамена  
в Иркутской области в 2020 году**

Методические рекомендации

**ФИЗИКА**

Авторы-составители:

Марина Сергеевна Павлова

Подписано в печать 09.11.2020

Формат бумаги 60×84 1/16

Объем 3,26 усл. печ. л.

Заказ 20–099. Тираж 10 экз.

Отпечатано в оперативной типографии

ГАУ ИО ЦОПМКиМКО

664023, г. Иркутск, ул. Лыткина, 75А

тел./факс: :8(3952)500-287

e-mail: [coko38@outlook.com](mailto:coko38@outlook.com)