

Методический анализ результатов ЕГЭ

по физике

РАЗДЕЛ 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
864	22,87	843	23,48	806	24,74

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	203	23,50	193	22,89	186	23,08
Мужской	661	76,50	650	77,11	620	76,92

1.3. Количество участников ЕГЭ в регионе по категориям

Таблица 3

Всего участников ЕГЭ по предмету	806
Из них:	769
выпускников текущего года, обучающихся по программам СОО	
выпускников текущего года, обучающихся по программам СОО в других регионах, сдавших ЕГЭ в Мурманской области	7
выпускников текущего года, обучающихся по программам СПО	3
выпускников прошлых лет	27
Из них:	5
участников с ограниченными возможностями здоровья	

1.4. Количество участников ЕГЭ по типам ОО

Таблица 4

Всего ВТГ	769
Из них:	181
– выпускники гимназий	
– выпускники лицеев	98
– выпускники ОО с углубленным изучением отдельных предметов	42

– выпускники дневных ОО	436
– выпускники вечерних ОО	0
– выпускники ОО, подведомственных Министерству образования и науки Мурманской области	8
– выпускники иных ОО (частные и федеральные)	4

1.5. Количество участников ЕГЭ по предмету по АТЕ региона

Таблица 5

№ п/п	АТЕ	Количество участников ЕГЭ по учебному предмету	% от общего числа участников в регионе
1.	г. Мурманск	306	9,39
2.	г. Апатиты	38	1,17
3.	Кандалакшский район	43	1,32
4.	г. Кировск	45	1,38
5.	г. Мончегорск	47	1,44
6.	г. Оленегорск	36	1,10
7.	г. Полярные Зори	17	0,52
8.	Ковдорский район	19	0,58
9.	Кольский район	24	0,74
10.	Ловозерский район	7	0,21
11.	Печенгский район	29	0,89
12.	Терский район	0	0,00
13.	ЗАТО поселок Видяево	15	0,46
14.	ЗАТО г. Заозерск	20	0,61
15.	ЗАТО г. Островной	0	0,00
16.	ЗАТО Александровск	86	2,64
17.	ЗАТО г. Североморск	62	1,90
18.	ПОО	8	0,25
19.	НОО	1	0,03
20.	ФОО	3	0,09
Итого:		806	24,74

1.6. Основные УМК по предмету, которые использовались в ОО в 2019/2020 учебном году

Таблица 6

№ п/п	Название УМК	Примерный процент ОО, в которых использовался данный УМК
1.	Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М./Под ред. Парфентьевой Н.А. Физика (базовый и углубленный уровень). 11. АО «Издательство «Просвещение»	46,14
2.	Мякишев Г.Я., Петрова М.А., Угольников О.С. и др. Физика (базовый уровень). 11. ООО «ДРОФА»	11,88
3.	Грачев А.В., Погожев В.А., Салецкий А.М., Боков П.Ю. Физика (базовый и углубленный уровни). 11. ООО «Издательский центр «ВЕНТАНА-ГРАФ»	10,56

№ п/п	Название УМК	Примерный процент ОО, в которых использовался данный УМК
4.	Другой	9,17
5.	Касьянов В.А. Физика (базовый уровень). 11. ООО «ДРОФА»	7,84
6.	Касьянов В.А. Физика (углубленный уровень). 11. ООО «ДРОФА»	4,32
7.	Генденштейн Л.Э., Дик Ю.И.; под ред. Орлова В.А. (ч. 1); Генденштейн Л.Э., Кошкина А.В., Левиев Г.И. (ч. 2) Физика (базовый и углубленный уровни) (в 2 частях). 11. ООО «ИОЦ МНЕМОЗИНА»	3,36
8.	Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика: Электродинамика (углубленный уровень). 10-11. ООО «ДРОФА»	2,62
9.	Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Оптика. Квантовая физика (углубленный уровень). 11. ООО «ДРОФА»	1,54
10.	Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б. и др. Физика 10-11 (базовый уровень). Издательство «Просвещение»	0,93
11.	Мякишев Г.Я., Механика (Молекулярная физика и термодинамика, Колебания и волны, Электродинамика, Квантовая физика) (углубленный уровень) «Дрофа»	0,77
12.	Генденштейн Л.Э., Булатова А.А., Корнильев И.Н., Кошкина А.В. Физика (базовый уровень). 11. ООО «БИНОМ. Лаборатория знаний»	0,40
13.	Кабардин О.Ф., Глазунов А.Т., Орлов В.А. и др./ Под ред. Пинского А.А., Кабардина О.Ф. Физика (углубленный уровень). 11. АО «Издательство «Просвещение»	0,40
14.	Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Колебания и волны. Учебник. Углублённый уровень. 11 класс. - М.: Дрофа, Российский учебник, 2018; Мякишев Г.Я., Синяков А.З. Физика. Оптика. Квантовая физика. Учебник. Углублённый уровень. 11 класс. - М.: Дрофа	0,06

Значительные корректировки в выборе УМК и учебно-методической литературы не планируются. Наиболее распространенные в регионе УМК по физике Г.Я. Мякишева и др. (базовый, углубленный уровни), В.А. Касьянова (базовый, углубленный уровни), А.В. Грачева (базовый и углубленный уровни) отличаются научностью, доступностью изложения. В регионе вновь используются УМК Л.Э. Генденштейна и др. (базовый, углубленный уровни), позволяющий методически грамотно формировать метапредметные и предметные умения и способы деятельности учащихся.

1.7. ВЫВОДЫ о характере изменения количества участников ЕГЭ по учебному предмету

При незначительном уменьшении числа участников ЕГЭ по физике Мурманской области за последние три года от 864 человек в 2018 году до 806 человек в 2020 году наблюдается постепенный рост доли выпускников, сдающих физику в качестве экзамена по выбору. За последние три года процент участников ЕГЭ по физике в регионе увеличился на 2%.

Гендерный состав остается стабильным. Так, если в 2018 году количество юношей составило 76,50% от общего числа участников ЕГЭ по физике, в 2019 году – 77,11%, то в 2020 году – 76,92%. При этом доля девушек продолжает составлять менее четверти от общего количества участников экзамена по физике.

Доля выпускников текущего года, обучавшихся по программам СОО, составила 96,65 % от общего числа участников ЕГЭ по физике. Из 779 участников данной категории 7 человек – выпускники текущего года, обучавшиеся по программам СОО в других регионах, а также 3 человека, обучавшиеся по программам СПО. Число участников ЕГЭ по физике с ограниченными возможностями здоровья в 2020 году незначительно увеличилось и составило 5 человек.

Возросла доля выпускников дневных общеобразовательных школ среди участников ЕГЭ по физике на 5,28%. Относительная доля учащихся лицеев и гимназий, а также общеобразовательных организаций с углубленным изучением отдельных предметов сохранилась и в целом составила 41,74% от числа участников ЕГЭ по физике в 2020 году. Большинство из них – выпускники гимназий (23,54%). Выпускники лицеев составили 12,74%, общеобразовательных организаций с углубленным изучением отдельных предметов – 5,46% от числа участников ЕГЭ по физике – выпускников текущего года, обучавшихся по программам СОО. От 8 до 4 уменьшилось число выпускников частных и федеральных образовательных организаций. В целом количество участников ЕГЭ по физике по видам образовательных организаций в 2020 году сопоставимо с 2019 годом.

Незначительно изменяется распределение участников по административно-территориальным единицам региона. Как и в предыдущем году, наибольшее количество выпускников, сдававших ЕГЭ по физике, представляют общеобразовательные организации г. Мурманска (306 человек), ЗАТО г. Александровск (86 человека), ЗАТО г. Североморск (62 человека). Доля участников ЕГЭ по физике от общего числа выпускников в регионе максимальная в указанных административно-территориальных единицах и возросла в 2020 году, составив соответственно 9,39%, 2,64% и 1,90%.

Форс-мажорные обстоятельства в регионе и прочие обстоятельства, существенным образом повлиявшие на изменение количества участников ЕГЭ по физике, в 2020 году отсутствовали. Сохраняется количественный состав ЕГЭ по физике, сопоставимы численные показатели, характеризующие распределение участников по видам образовательных организаций, административно-территориальным единицам, гендерный состав.

РАЗДЕЛ 2. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГЭ ПО ПРЕДМЕТУ

2.1. Диаграмма распределения тестовых баллов по предмету в 2020 г.

(количество участников, получивших тот или иной тестовый балл)



2.2. Динамика результатов ЕГЭ по предмету за последние 3 года

Таблица 7

	Мурманская область					
	2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	число	доля	число	доля	число	доля
Не преодолели минимального балла, %	23	2,66	27	3,20	34	4,22
Средний тестовый балл	55,22		56,95		56,39	
Получили от 81 до 99 баллов, %	32	3,70	85	10,08	82	10,17
Получили 100 баллов, чел.	0	0,00	0	0,00	2	0,25

2.3. Результаты по группам участников экзамена с различным уровнем подготовки

2.3.1. В разрезе категорий участников ЕГЭ

Таблица 8

	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СОО	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СОО в других регионах	Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СПО	Выпускники прошлых лет	Участники ЕГЭ с ОВЗ
Доля участников, набравших балл ниже минимального	3,77	0,00	0,00	18,52	20,00
Доля участников, получивших тестовый балл от минимального балла до 60 баллов	64,37	57,14	100	62,97	40,00
Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов	21,20	28,57	0,00	14,81	20,00
Доля участников, получивших от 81 до 99 баллов	10,40	14,29	0,00	3,70	20,00
Количество участников, получивших 100 баллов	2	0	0	0	0

2.3.2. В разрезе типа ОО

Таблица 9

	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	
Гимназии	1,69	62,43	25,41	10,50	0
Лицей	0,00	40,82	32,65	25,51	1
ОО с углубленным изучением отдельных предметов	9,52	78,57	11,90	0,00	0
Дневные ОО	4,82	68,58	18,35	8,03	1
Вечерние ОО	0,00	0,00	0,00	0,00	0
ОО, подведомственные Министерству образования и науки Мурманской области	12,50	87,50	0,00	0,00	0
Иные ОО (частные и федеральные)	0,00	75,00	25,00	0,00	0

2.3.3. Основные результаты ЕГЭ по предмету в сравнении по АТЕ

Таблица 10

№	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.	г. Мурманск	3,51	55,44	26,67	14,04	1
2.	г. Апатиты с подведомственной территорией	10,53	52,63	26,32	7,89	1
3.	Кандалакшский район	0,00	66,67	23,08	10,26	0
4.	г. Кировск с подведомственной территорией	0,00	51,16	34,88	13,95	0
5.	г. Мончегорск с подведомственной территорией	2,17	71,74	13,04	13,04	0
6.	г. Оленегорск с подведомственной территорией	2,86	68,57	20,00	8,57	0
7.	г. Полярные Зори с подведомственной территорией	0,00	76,47	17,65	5,88	0
8.	Ковдорский район	0,00	77,78	22,22	0,00	0
9.	Кольский район	4,55	72,73	13,64	9,09	0
10.	Ловозерский район	0,00	100	0,00	0,00	0
11.	Печенгский район	3,70	59,26	22,22	14,81	0
12.	Терский район	0,00	0,00	0,00	0,00	0
13.	ЗАТО п. Видяево	0,00	66,67	26,67	6,67	0
14.	ЗАТО г. Заозерск	15,00	80,00	5,00	0,00	0
15.	ЗАТО г. Островной	0,00	0,00	0,00	0,00	0
16.	ЗАТО г. Североморск	2,38	72,62	17,86	7,14	0
17.	ЗАТО Александровск	8,20	80,33	6,56	4,92	0
18.	Подведомственные образовательные организации	12,50	87,50	0,00	0,00	0
19.	Негосударственные образовательные организации	0,00	100	0,00	0,00	0
20.	Федеральные образовательные организации	0,00	66,67	0,00	33,33	0

2.4. Выделение перечня ОО, продемонстрировавших наиболее высокие и низкие результаты ЕГЭ по предмету

2.4.1. Перечень ОО, продемонстрировавших наиболее высокие результаты ЕГЭ по предмету

Выбирается от 5 до 15 % от общего числа ОО в субъекте Российской Федерации, в которых:

- о доля участников ЕГЭ, получивших от 81 до 100 баллов, имеет максимальные значения (по сравнению с другими ОО субъекта Российской Федерации);

Примечание: при необходимости по отдельным предметам можно сравнивать и доли участников, получивших от 61 до 80 баллов.

- *доля участников ЕГЭ, не достигших минимального балла, имеет минимальные значения (по сравнению с другими ОО субъекта Российской Федерации).*

Таблица 11

№	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. Мурманска МПЛ	53,33	30,00	0,00
2.	МБОУ г. Мурманска СОШ № 36	46,15	30,77	0,00
3.	МБОУ Гимназия № 1, г. Мончегорск	30,00	20,00	0,00
4.	МБОУ г. Мурманска ММЛ	27,27	54,55	0,00
5.	МБОУ «Лицей имени В.Г. Сизова», г. Мончегорск	20,00	13,33	0,00

2.4.2. Перечень ОО, продемонстрировавших низкие результаты ЕГЭ по предмету

Выбирается от 5 до 15 % от общего числа ОО в субъекте Российской Федерации, в которых:

- *доля участников ЕГЭ, не достигших минимального балла, имеет максимальные значения (по сравнению с другими ОО субъекта Российской Федерации);*
- *доля участников ЕГЭ, получивших от 61 до 100 баллов, имеет минимальные значения (по сравнению с другими ОО субъекта Российской Федерации).*

Таблица 12

№	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 г. Мурманска СОШ № 57	18,75	0,00	0,00
2.	МОУ СОШ № 289, ЗАТО г. Заозерск	15,00	5,00	0,00
3.	МБОУ «Кадетская школа города Мурманска»	14,29	14,29	0,00
4.	МБОУ г. Мурманска «Гимназия № 7»	11,76	11,76	0,00
5.	МАОУ "СОШ № 266 ЗАТО Александровск"	10,71	7,14	3,57

2.5. ВЫВОДЫ о характере изменения результатов ЕГЭ по предмету

В Мурманской области на протяжении трех лет сохраняется тенденция дифференциации уровня подготовки выпускников. При росте доли высокобалльных работ от 3,70 % в 2018 году до 10,08 % в 2019 году и 10,42 % в 2020 году наблюдается рост доли участников ЕГЭ по физике, не преодолевших минимального балла, от 2,66 % в 2018 году и 3,20 % в 2019 году к 4,22 % в 2020 году. Средний тестовый балл по физике остается относительно стабильным и в текущем году составил 56,39, что сопоставимо с результатами предыдущих двух лет. Если в предыдущие три года отсутствовали участники, получившие максимальный балл по физике, то в 2020 году двое учащихся региона полностью справились с экзаменационной работой и набрали 100 баллов.

Доля участников, получивших количество баллов в диапазоне от 61 до 100 баллов, продемонстрировавших готовность к успешному продолжению образования, составила 31,39%

(253 человека). Максимальное число участников (519 человек) выполнили работу, набрав от минимального количества балла до 60, что составляет 64,39% от общего числа учащих, сдававших ЕГЭ по физике.

Анализируя результаты выполнения экзаменационной работы по группам участников с различным уровнем подготовки, следует отметить, что высокобалльные работы выполнены выпускниками текущего года, обучавшимися по программам СОО в Мурманской области, в других регионах, а также выпускниками прошлых лет. В группе выпускников текущего года, обучавшихся по программам СПО, отсутствуют высокобалльные работы. Участники, набравшие 100 баллов, обучались по программам СОО в Мурманской области.

Сравнивая распределение учащихся по группам подготовки в 2019 и 2020 году, следует отметить, что при сохранении относительной доли высокобалльных работ (10,40 % в 2020 году) на 2% уменьшилась доля участников, получивших от 61 до 80 баллов. При этом соответственно на 1 % возросла доля учащихся, не преодолевших минимально установленный порог, а также увеличилась доля выпускников, набравших от минимального до 60 баллов. В группах выпускников текущего года, обучавшихся по программам СПО, и выпускников прошлых лет наблюдается положительная динамика изменения относительной доли участников, преодолевших минимально установленный порог. Так, среди выпускников, обучавшихся по программам СПО, все участники ЕГЭ по физике набрали от минимального до 60 баллов. В группе выпускников прошлых лет увеличилась доля участников, набравших более 61 балла, на 4%. Таким образом, для всех категорий участников ЕГЭ в 2020 году предложенная экзаменационная работа имела достаточный дифференцирующий характер.

Как и в предыдущие два года, наиболее высокие результаты продемонстрировали выпускники лицеев. Все учащиеся, выполнявшие экзаменационную работу, преодолели минимально установленный порог. Один из участников, обучавшийся по программе СОО в лицее, набрал 100 баллов. Четверть выпускников лицеев, выполнявших экзаменационную работу по физике, набрали более 81 балла, что значительно превышает результаты, продемонстрированные учащимися других типов общеобразовательных организаций. Менее половины выпускников лицеев получили от минимального до 60 баллов. Таким образом, качество выполнения работы учащимися лицеев по всем группам подготовки участников значительно превышает результаты, полученные выпускниками других типов общеобразовательных организаций. Вместе с тем по сравнению с результатами 2019 года уменьшилась доля высокобалльных работ на 4,39% при росте доли участников ЕГЭ по физике, набравших от минимального балла до 60 баллов. Результаты, продемонстрированные выпускниками гимназий, характеризуются положительной динамикой изменения количественного соотношения учащихся высокой и недостаточной групп подготовки. Если в 2019 году 2,35% выпускников гимназий не преодолели минимально установленный барьер, то по результатам 2020 года доля учащихся, не справившихся с экзаменационной работой, уменьшилась и составила 1,69%. Возросло относительное число высокобалльных работ, выполненных выпускниками гимназий, до 10,50%. Как и для выпускников других типов общеобразовательных организаций, увеличилась доля учащихся, получивших от минимального до 60 баллов. Негативная динамика характеризует изменение долевого соотношения учащихся различных групп подготовки среди выпускников общеобразовательных организаций с углубленным изучением отдельных предметов и дневных общеобразовательных организаций. Так, участники, получившие от 81 до 99 баллов, среди выпускников школ с углубленным изучением отдельных предметов отсутствуют, хотя в 2019 году их доля составляла 2,22%. Для остальных групп подготовки наблюдается тенденция к снижению качества выполнения экзаменационной работы выпускниками при уменьшении доли учащихся, набравших от 61 до 80 баллов, на 10,32% отмечается значительный рост доли учащихся с недостаточным и низким уровнем подготовки. Так, среди выпускников, набравших от минимального до 60 баллов, изменение по сравнению с 2019 годом составило 9,68%, доля выпускников, не преодолевших минимально установленный барьер баллов, возросла на 2,85% и составила 9,52%. Таким образом, для школ с углубленным изучением предметов результаты в 2020 году продемонстрированы значительно более низкие, чем в 2019 году. Другая зависимость характеризует динамику изменения результатов выполнения экзаменационной работы

выпускниками дневных общеобразовательных организаций. При росте доли учащихся с недостаточным уровнем подготовки на 2,49% наблюдается увеличение числа высокобалльных работ до 8,03%. При этом один из выпускников выполнил экзаменационную работу на 100 баллов. Таким образом, в 2020 году качество подготовки учащихся лицеев сохранилось. Гимназии продемонстрировали положительную динамику изменения качества подготовки выпускников. Уровень подготовки учащихся других типов общеобразовательных организаций во многом определялся наличием или отсутствием сформированности образовательной системы и степенью гибкости в реакции на внешние условия. Этим можно объяснить дифференциацию результатов выполнения экзаменационной работы выпускниками дневных общеобразовательных организаций, в которых обучалась большая часть выпускников 2020 года. Отмечается значительный рост при некоторых изменениях качества выполнения экзаменационной работы выпускниками других типов общеобразовательных организаций.

Сравнение результатов по административно-территориальным округам показывает, что стабильно высокие результаты демонстрируют, как и в 2019 году, выпускники г. Кировска. За последние четыре года выпускники общеобразовательных организаций данного муниципального образования получили количество баллов, превышающее минимально установленный порог, набрали количество баллов выше минимально установленного порога. В целом отмечается положительная динамика для всех групп подготовки учащихся. Доля выпускников, набравших по результатам ЕГЭ 2020 года от 81 балла и выше, возросла на 6,63%. Уменьшилась доля выпускников, набравших от минимального до 60 баллов.

Из трех муниципальных образований с наибольшей долей участников экзамена в ЗАТО г. Североморск наблюдается рост качества выполнения работы доля учащихся, не преодолевших минимально установленного порога баллов, снизилась на 1,74%. Отмечена положительная динамика качества выполнения экзаменационных работ выпускниками всех уровней подготовки. При этом число высокобалльных работ возросло на 4,05%.

Следует отметить относительный рост качества выполнения экзаменационной работы по физике в 2020 году по сравнению с 2019 годом выпускниками Ковдорского и Кольского районов. При этом все выпускники данных муниципальных образований набрали количество баллов выше установленного минимума. Несмотря на то, что ряд учащихся не набрали количество баллов ниже установленного минимального порога, выпускники г. Оленегорска, Печенгского района продемонстрировали в 2020 году более высокие результаты. Сохраняются стабильные результаты выполнения экзаменационной работы по физике выпускниками Кандалакшского района. Уменьшилась доля учащихся, набравших от 61 до 99 баллов, среди выпускников г. Мурманска, г. Полярные Зори, ЗАТО Заозерск, ЗАТО Александровск.

Выпускники ряда общеобразовательных организаций продемонстрировали наиболее высокие результаты ЕГЭ по физике. Как и в прошлом году, в их число вошли МБОУ г. Мурманска МПЛ, МБОУ г. Мурманска СОШ № 36. Все выпускники данных общеобразовательных организаций, выполнявших экзаменационную работу, получили количество баллов, превышающее минимально установленный порог, доля учащихся, получивших от 61 до 99 баллов, составляет от 76,92% до 83,33%. Один из выпускников МБОУ г. Мурманска МПЛ выполнил работу, набрав 100 баллов. Участники ЕГЭ по физике, обучавшиеся в МБОУ г. Мурманска МПЛ, МБОУ «Лицей имени В.Г. Сизова» г. Мончегорска и МБОУ Гимназия № 1 г. Мончегорска, в 2020 году продемонстрировали рост качества выполнения работы по сравнению с 2019 годом. При этом более трети выпускников набрали от 61 до 99 баллов.

Выпускники МАОУ «СОШ № 266 ЗАТО Александровск» показали значительно более низкие результаты в 2020 году по сравнению с 2019 годом количество высокобалльных работ снизилось с 8,33% до 3,57%, увеличилась доля участников, не достигших минимально установленного балла до 10,71%. Учащиеся всех общеобразовательных организаций, продемонстрировавших наиболее низкие результаты ЕГЭ по физике в 2020 году, набрали количество баллов, не превышающее 80, более 11% не достигли минимально установленного балла. Среди общеобразовательных организаций, продемонстрировавших наиболее низкие результаты выполнения экзаменационной работы по физике в 2019 году, - МОУ СОШ № 289 ЗАТО г. Заозерск. При этом значительно снизилось качество выполнения работ выпускниками:

относительная доля участников ЕГЭ по физике, не достигших минимально установленного балла, возросла на 5 %, доля участников, получивших от 61 до 80 баллов, уменьшилась на 21,32%. Остальные общеобразовательные организации, продемонстрировавшие в 2019 году наиболее низкие результаты, по итогам ЕГЭ по физике 2020 года улучшили показатели и не вошли в данный перечень. До 75% выпускников МБОУ г. Мурманска «Гимназия № 7», МБОУ «Кадетская школа города Мурманска» и МБОУ г. Мурманска СОШ № 57 набрали от минимального до 60 баллов.

В целом значимые изменения в результатах ЕГЭ по физике в 2020 году не выявлены. Отмечается тенденция к дифференциации результатов выполнения экзаменационной работы. Данные результаты могут определяться несколькими факторами. Первым фактором выступает изменение времени проведения государственной итоговой аттестации выпускников по программам СОО в 2020 году, вследствие чего ЕГЭ по физике сдавали учащиеся, имеющие мотивацию к продолжению обучения в инженерно-техническом направлении. Как следствие, в группах наблюдается положительная динамика изменения числа высокобалльных работ. Вторым фактором выступает то, что завершающий этап подготовки выпускников носил в большей мере самостоятельный характер и определялся уровнем сформированности навыков самоорганизации. Как следствие, ряд учащихся недостаточно эффективно организовали процесс самоподготовки, что и могло привести к уменьшению доли выпускников, набравших от 61 до 80 баллов, увеличению числа учащихся, не преодолевших минимально установленный порог баллов. Третьим фактором можно назвать уровень эффективности образовательной деятельности общеобразовательных организаций в условиях дистанционного обучения. Общеобразовательные организации, обладающие эффективными практиками организации образовательной деятельности в дистанционном режиме, выстроили систему поддержки самостоятельной деятельности учащихся. Как следствие, выпускники ряда организаций продемонстрировали высокие результаты выполнения экзаменационной работы, сохранили и повысили качество выполнения заданий ЕГЭ по физике. Среди подобных организаций можно назвать лицей региона. Сформированность системы образовательной деятельности характеризовала общеобразовательные организации г. Кировска. Для образовательных организаций с недостаточным уровнем эффективности образовательной системы период дистанционного обучения привел к яркому проявлению образовательных дефицитов. Результатом стало снижение результативности выполнения экзаменационной работы учащимися данных общеобразовательных организаций. Так, выпускники МОУ СОШ № 289 ЗАТО г. Заозерск продемонстрировали более низкие результаты по сравнению с предыдущим годом.

Раздел 3. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ИЛИ ГРУПП ЗАДАНИЙ

3.1. Краткая характеристика КИМ по учебному предмету

Содержание КИМ ЕГЭ по физике позволяет проверить усвоение элементов содержания следующих разделов курса физики: механика (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны), молекулярная физика (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика), электродинамика и основы СТО (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, основы СТО), квантовая физика и элементы астрофизики (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра, элементы астрофизики). 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. Структура варианта КИМ обеспечивает проверку следующих умений и способов деятельности:

- знать / понимать смысл физических понятий, величин, законов, принципов, постулатов;

- уметь описывать и объяснять физические явления и свойства тел (включая космические объекты), результаты экспериментов, приводить примеры практического использования физических знаний;
- отличать гипотезы от научной теории, делать выводы на основе эксперимента и т.д.;
- уметь применять полученные знания при решении физических задач;
- использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни.

Изменения в содержании КИМ ЕГЭ по физике в 2020 году по сравнению с 2019 годом отсутствовали. Изменена форма представления двух линий заданий. С учетом важности оценки уровня сформированности навыка решения задач задание, ранее представленное в Части 2 в виде задания с кратким ответом, в 2020 году предлагалось для развернутого решения. Ее выполнение оценивалось максимально в 2 балла. Данное нововведение увеличило число заданий с развернутым ответом до шести. Задание, проверяющее освоение элементов астрофизики, предполагало вместо выбора двух обязательных верных ответов выбор всех верных ответов, число которых могло составлять 2 или 3.

Каждый вариант КИМ, как и в 2019 году, состоял из двух частей и включал 32 задания. Часть 1 включала 24 задания базового и повышенного уровней сложности. Из них 16 заданий базового и повышенного уровня предполагали запись ответа в виде числа, слова, 8 заданий базового уровня с записью ответа в виде последовательности цифр на установление соответствия и множественный выбор, изменение физических величин. Задания 1–21 группировались исходя из тематической принадлежности (№ 1–7 – механика, 8–12 – молекулярная физика, 13–18 – электродинамика, 19–21 – квантовая физика). Часть 2 содержала 8 заданий повышенного и высокого уровня, объединенных общим видом деятельности – решением задач, из них два задания с кратким ответом и шесть заданий с развернутым вариантом ответа. Выполнение 4 заданий Части 2 высокого уровня сложности требовало высокого уровня подготовки.

Содержательные особенности КИМ ЕГЭ по физике определялись необходимостью проверки предусмотренных стандартом способов деятельности. Анализируя открытый КИМ ЕГЭ по физике 2020 года (вариант 310), следует отметить, что треть заданий (10 из 32 заданий различного уровня сложности) была представлена как в текстовом виде, так и в виде схемы или схематического рисунка, четыре задания – в виде графика, а три задания – в виде таблицы.

Задания базового уровня сложности, относившиеся к определенному разделу физики (№ 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20), проверяли усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов. Задания № 7, 12, 18 предполагали установление соответствия между графиками и физическими величинами, физическими величинами и формулами. Задания № 6, 17, 21 были направлены на проверку умения анализировать изменение физических величин в процессах. Владение основами знаний о методах научного познания проверялось в заданиях № 22, 23.

Задания повышенного уровня сложности с множественным выбором, также относившиеся к определенному разделу физики (№ 5, 11, 16, 24), были направлены на проверку сформированности умения объяснять явления, интерпретировать результаты опытов, представленных в виде графиков и таблиц.

Из четырех заданий повышенного уровня сложности, направленных на проверку уровня сформированности умения решать задачи, два с кратким ответом (№ 25, 26) и одно задание с развернутым ответом (№ 28) предполагали применение одного-двух законов (формул) разделов соответственно «Молекулярная физика. Термодинамика» (уравнение теплового баланса, количество теплоты, удельная теплоемкость вещества, удельная теплота плавления), «Квантовая физика. Элементы астрофизики» (энергия фотона, мощность излучения) и «Механика» (второй закон Ньютона, сила Архимеда). Задание с развернутым вариантом ответа № 27, являвшееся качественной задачей, было направлено на проверку умения использовать понятия и законы механики и электродинамики для анализа процессов и явлений.

Четыре задания высокого уровня сложности № 29–32 являлись расчетными задачами и проверяли умение использовать законы и теории физики в измененной или новой ситуации, требовали применения знаний нескольких разделов физики. Так, задание № 29 предполагало в своем решении анализ условия минимальности или максимальности расстояния от центра

вращающегося диска до расположенного на нем груза. В задании № 30 учащимся предлагалось проанализировать процесс фазового перехода «жидкость – газ» и совершение газом работы. В задании № 31 рассматривался процесс образующегося заряда на конденсаторе, соединенном с медным контуром и помещенным в изменяющееся магнитное поле. В задании № 32 участникам предлагалось построить ход луча в клине и определить один из параметров, определяющих его ход.

3.2. Анализ выполнения заданий КИМ

Результаты выполнения заданий базового уровня, направленных на проверку усвоения наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов раздела «Механика», свидетельствуют о достаточном уровне их освоения учащимися Мурманской области. Наиболее эффективно выпускники выполнили задание 3, предполагающее использование законов сохранения энергии – средний процент выполнения задания составил 80%. Большая часть выпускников, выполнявших экзаменационную работу, определили кинематические характеристики материальной точки, исходя из графика зависимости параметра от времени (задание 1). Следует отметить, что качество выполнения данного типа заданий по сравнению с 2019 годом выросло, составив 77%. Снизилось качество выполнения задания 2, направленное на применение законов динамики (средний процент выполнения 69% по сравнению с 94% в 2019 году). Наибольшие затруднения у учащихся вызвало задание 4, в котором учащимся необходимо было применить закономерности колебательного движения (средний процент выполнения 35%). Учитывая, что элемент считается усвоенным, если для заданий базового уровня средний процент выполнения превышает 50%, применение данных элементов содержания учащимися недостаточно. Таким образом, проверяемые элементы содержания раздела «Механика», проверяющие знание/понимание законов и закономерностей кинематики, динамики и законов сохранения усвоены на базовом уровне. По сравнению с качеством выполнения аналогичных заданий в 2019 году отмечается относительная стабильность средних результатов их выполнения выпускниками 2020 года. Все учащиеся, преодолевшие минимально установленный порог, справились с группой заданий, проверяющих усвоение указанных элементов содержания раздела «Механика». Все учащиеся, получившие от 61 до 100 баллов, по результатам выполнения экзаменационной работы продемонстрировали высокий уровень владения указанными элементами содержания: средний процент выполнения составил от 92% до 100%. Для группы выпускников, набравших от минимального до 60 баллов, элементы содержания раздела «Механика» также усвоены – средний процент выполнения составил от 59% до 76%. Результаты выполнения заданий 1–3 выпускниками, не набравшими минимально установленного количества баллов, свидетельствуют о том, что элементы содержания раздела «Механика» усвоены фрагментарно. Наибольший процент усвоения характеризует умение использовать графические зависимости для определения кинематических величин: 24% выпускников, не преодолевших минимально установленный барьер, справились с заданием 1; пятая часть (21%) учащихся с недостаточным уровнем подготовки использовали законы сохранения энергии. У подавляющего большинства выпускников, не преодолевших минимально установленного балла, вызвало затруднение задание на применение законов динамики – средний процент выполнения составил 6%. Последнее задание № 4, построенное на элементах содержания, связанных с механическими колебаниями, ни одним учащимся из группы с низким уровнем подготовки не выполнено. Для всех участников ЕГЭ по физике, набравших количество баллов выше минимального, вызвала затруднение необходимость интерпретации уравнения гармонических колебаний. В группе выпускников с высоким уровнем подготовки (от 81 до 100 баллов) с этим заданием не справились 23 % учащихся.

Средний процент выполнения заданий базового уровня, проверяющих усвоение элементов содержания раздела «Молекулярная физика», в 2020 году составил 73%–93%. Таким образом, на базовом уровне проверяемые элементы содержания выпускниками усвоены. Следует отметить, что в 2019 году участники ЕГЭ по физике также продемонстрировали высокий уровень усвоения проверяемых элементов содержания. Наиболее эффективно в 2020 году учащиеся справились с заданием 10 на определение относительной влажности воздуха при изменении концентрации

молекул. Для выпускников всех уровней подготовки средний процент выполнения этого задания составил от 59% для учащихся, не преодолевших минимально установленный барьер, до 100% в группе высокоподготовленных участников. В экзаменационных работах 76% выпускников верно использовали закономерности для определения КПД тепловой машины (задание № 9). Все учащиеся, набравшие от минимального до 100 баллов, показали высокий уровень владения данными элементами содержания – средний процент выполнения составил от 70% до 98%. Значительно повысилось качество выполнения задания № 8, направленного на применение зависимости средней кинетической энергии идеального газа от температуры. Если в 2019 году средний процент выполнения задания № 8 составлял 58%, то в 2020 году он возрос до 73%. С заданиями № 8 и 9 справилась треть выпускников с недостаточным уровнем подготовки. Высокий процент выполнения заданий, построенных на элементах содержания раздела «Молекулярная физика. Термодинамика», свидетельствует о том, что в группе высокоподготовленных учащихся ряд ошибок может быть связан с описками и ошибками внимания. В целом проверяемые элементы содержания, направленные на проверку знания /понимание и применение элементов содержания раздела «Молекулярная физика. Термодинамика», усвоены выпускниками, выполнявшими экзаменационную работу по физике в 2020 году.

При решении заданий базового уровня № 13–15 на применение основных понятий, законов и закономерностей раздела «Электродинамика» качество выполнения в значительной мере определялось проверяемыми элементами содержания. Результаты выполнения заданий в 2020 году сравнимы с результатами 2019 года. Наиболее эффективно выпускники справились с заданием № 15: средний процент выполнения составил 76%, что выше значений, полученных в предыдущем году на 6%. Учащиеся, набравшие количество баллов от минимального до 100, продемонстрировали умение применять на базовом уровне закон электромагнитной индукции Фарадея. Если для учащихся, набравших от минимального до 60 баллов, средний процент выполнения задания – 68%, то для подавляющего числа выпускников, получивших от 61 до 80 и от 81 до 100 баллов, данное задание не вызвало затруднений – средний процент выполнения в указанных группах подготовки достиг соответственно 98% и 100%. Четверть группы учащихся с недостаточным уровнем подготовки (26%) выполнили данное задание, продемонстрировав владение элементами содержания, связанными с законом электромагнитной индукции. Следует отметить, что в группе заданий, построенных на элементах содержания раздела «Электродинамика», задание № 15 у учащихся с недостаточным уровнем подготовки вызвало наименьшие затруднения. Несмотря на то, что средний процент выполнения задания № 13 в 2020 году ниже, чем в предыдущем 2019 году и составляет 52%, качество его выполнения в группах высокоподготовленных учащихся незначительно изменилось. Задание № 13 в большей мере носило дифференцирующий характер: если 83% выпускников, набравших от 61 до 80 баллов, и 95% учащихся, набравших от 81 до 100 баллов, выполнили задание на определение направления магнитного поля проводника с током и применение принципа суперпозиции магнитных полей, то учащиеся двух других групп подготовки затруднились в применении данных понятий, закономерностей. Для выпускников, получивших от минимального до 60 баллов, средний процент выполнения этого задания составил 38%, для выпускников с недостаточным уровнем подготовки – 12%. Наибольшие затруднения, как и в предыдущем году, у участников ЕГЭ по физике 2020 года вызвало задание № 14. Средний процент его выполнения составил 46%. Вместе с тем отмечается рост качества его выполнения в регионе во всех группах подготовки учащихся. Чуть менее половины выпускников верно определили показания амперметра в цепи со смешанным соединением потребителей. Показатели усвоения элементов содержания, связанных с применением закона Ома для участка цепи, закономерностей последовательного и параллельного соединения проводников близки к 50% в регионе. Данное задание также в значительной мере носит дифференцирующий характер, так как 75% выпускников, набравших от 61 до 80 баллов, и 93% учащихся, набравших от 81 до 100 баллов, выполнили задание. В то же время среди выпускников, получивших от минимального до 60 баллов, и учащихся, не преодолевших минимально установленного балла, средний процент выполнения этого задания составил соответственно 31% и 9%. В целом по региону проверяемые элементы содержания, направленные на проверку знания /понимание и применение элементов содержания раздела «Электродинамика», частично усвоены выпускниками, выполнявшими экзаменационную работу по физике в 2020 году.

При этом указанные элементы содержания учащимися в группах с достаточным и высоким уровнем подготовки освоены.

По сравнению с данными 2019 года результаты выполнения заданий, проверяющих качество освоения раздела «Квантовая физика», в 2020 году незначительно снизились. При этом средний процент выполнения заданий № 19 и 20 составил соответственно 70% и 61%, что свидетельствует об освоении элементов содержания раздела «Квантовая физика» выпускниками, выполнявшими экзаменационную работу по физике в 2020 году. Подавляющее большинство учащихся, набравших от 61 до 80 баллов и от 81 до 100 баллов, верно выполнили задание № 19 (средний процент выполнения составил соответственно 93% и 99%). Результаты по группам полностью сопоставимы с результатами предыдущего года. Для учащихся, набравших от минимального до 60 баллов, средний процент выполнения также свидетельствует о владении элементами содержания и составил 61%. Все выпускники, набравшие от минимального балла и выше, продемонстрировали владение понятиями о нуклонной модели ядра атома и использовании таблицы Менделеева для определения состава ядра наиболее распространенного стабильного изотопа. Задание выполнено 21% учащихся с недостаточным уровнем подготовки. Несколько ниже, но при этом сравнимы показатели выполнения задания № 20 учащимися в указанных группах подготовки. Учащиеся, набравшие от минимального балла и выше, продемонстрировали владение понятиями и закономерностями для описания характеристик фотонов, используя соотношение для импульса фотона. Если среди учащихся с низким уровнем подготовки 51% справился с заданием, то среди учащихся, набравших от 61 до 80 и от 81 до 100 баллов, процент выполнения задания составил соответственно 83% и 95%. В целом всеми выпускниками, преодолевшими минимально установленный порог баллов, продемонстрировано освоение элементов содержания раздела «Квантовая физика».

Задания на установление соответствия между графиками и физическими величинами, физическими величинами и формулами (№ 7, 12, 18) имели базовый уровень сложности. Средний процент выполнения составил от 54% для заданий, построенных на элементах содержания раздела «Электродинамика и основы СТО» до 66% для заданий, построенных на элементах содержания раздела «Механика». Таким образом, у выпускников региона сформировано умение определять характер физического процесса по формуле, графику. Следует отметить, что и средние показатели выполнения заданий, построенных на элементах содержания разделов «Механика» и «Молекулярная физика. Термодинамика» в 2020 году, и процент выполнения заданий по группам подготовки учащихся сравнимы с результатами выполнения данной группы заданий выпускниками 2019 года. Выпускники верно определили соответствие между формулами, связывающими параметры механического движения, и физическими величинами, значение которых можно рассчитать по этим формулам. Средний процент выполнения задания № 7 для учащихся, набравших от 61 до 80 баллов, составил 84%, для участников, набравших от 81 до 100 баллов, – 97%. Учащиеся с низким уровнем подготовки, набравшие от минимального до 60 баллов, также продемонстрировали владение навыком – средний процент выполнения составил 58%. Сходные результаты как в целом среди выпускников 2020 года, так и в группах подготовки, продемонстрированы при выполнении задания № 12, предполагавшего установление соответствия между графиками изопроцессов утверждениями, характеризующими энергетические преобразования. Следует отметить, что задания № 7 и 12 выполнено третья группа учащихся, не набравших минимально установленный балл. Результаты выполнения задания № 18, построенного на элементах содержания раздела «Электродинамика и основы СТО» в 2020 году позволило дифференцировать учащихся с различными уровнями подготовки. Так, если в группах учащихся, набравших от 61 до 80 баллов и от 81 до 100 баллов, средний процент выполнения составил соответственно 83% и 97%, то в группе учащихся, набравших от минимального до 60 баллов, – 40%, что выше показателей предыдущего года, но указывает на недостаточность освоения элементов содержания раздела. У большинства выпускников, не преодолевших минимально установленного балла, задание № 18 вызвало затруднение – средний процент выполнения составил 7%. Выпускники групп с низким и недостаточным уровнем подготовки затруднились в установлении соответствия между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять при характеристике процессов в колебательном

контуре. В целом 27% выпускников верно определили лишь одну из зависимостей, допустив ошибку при определении второй зависимости.

В отличие от результатов 2019 года средний процент выполнения заданий базового уровня сложности № 6, 17, 21, направленных на проверку умения анализировать изменение физических величин в процессах, в 2020 году составил 59%–72%. Таким образом, у выпускников текущего года сформировано умение описывать и объяснять физические явления, свойства тел, результаты экспериментов. Наиболее эффективно учащимися выполнено задание, построенное на элементах содержания раздела «Электродинамика». Более половины выпускников верно определили характер изменения двух характеристик изображения в тонкой собирающей линзе. В группе учащихся, набравших от 61 до 80 баллов и от 81 до 100 баллов, средний процент выполнения заданий составил соответственно 93 % и 100%. Учащиеся, набравшие от минимального до 61 балла, также эффективно справились с заданием – средний процент выполнения задания составил 63%. В группе учащихся, не набравших минимально установленного балла, выполнили данное задание с наиболее высоким результатом – средний процент выполнения составил 38%. Сходные результаты по всем группам подготовки получены при выполнении задания № 6, построенного на элементах содержания раздела «Механика». 47% выпускников различных групп подготовки верно определили обе зависимости. Наименьшие затруднения задание № 6 на определение характера изменения параметров круговой орбиты вызвало у учащихся, набравших от 81 до 100 баллов: средний процент выполнения составил 90%. Для группы учащихся, получивших от 61 до 80 баллов, эта величина составила 78%. В группе учащихся с низкой подготовкой, набравших от минимального до 60 баллов, результаты выполнения также высоки и составляют 63%. Следует отметить, что в группе учащихся с недостаточным уровнем подготовки, не преодолевших минимально установленный порог баллов, средний процент выполнения задания – один из самых высоких по всей работе и составляет 38%. Последнее задание № 21 базового уровня сложности на проверку умения анализировать изменения параметров продуктов ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа вызвало больше затруднений во всех группах подготовки учащихся, при этом средний процент выполнения по региону свидетельствует об освоении элементов содержания и умений, проверяемых данным заданием, – 59%. Учитывая то, что элементы содержания, на которых построено задание, рассматривались в период дистанционного обучения, ряд учащихся недостаточно эффективно освоил их применение. Так, 47 % выпускников всех групп подготовки верно определили характер изменения обоих параметров, один верный ответ дали 35% участников. В целом результаты выполнения задания по группам подготовки свидетельствуют о том, что в большей мере вызвало затруднение не применение умения анализировать изменения физических величин в процессах, а использование элементов содержания, относящихся к ядерной физике.

Средний процент выполнения заданий № 5, 11, 16, повышенного уровня сложности с множественным выбором, построенных на материале различных разделов физики, превышает 57%, что свидетельствует о сформированности умения определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле. Следует отметить, что для каждого из представленных заданий для учащихся всех групп подготовки наблюдаются стабильные показатели качества их выполнения по сравнению с предыдущим 2019 годом, при этом отмечен относительный рост среднего процента их выполнения для учащихся с недостаточным и низким уровнем подготовки. Наиболее высокие показатели, как и в 2019 году, характеризуют качество выполнения заданий № 5 и 11, построенных, соответственно, на элементах содержания разделов «Механика» и «Молекулярная физика. Термодинамика». Средний процент их выполнения составил соответственно 78% и 83%. Более 46% выпускников всех групп подготовки верно проанализировали процесс перехода идеального газа к тепловому равновесию, верно выбрав оба утверждения. При этом эффективно использовался первый закон термодинамики. Средний процент выполнения задания высок в группах учащихся, набравших от 61 до 80 и от 81 до 100 баллов, и составил 96%. Эффективно справились с заданием учащиеся с низким уровнем подготовки – средний процент выполнения превысил 79%. Следует отметить, что из всех заданий экзаменационной работы задание № 11 выполнено учащимися с недостаточным уровнем подготовки с наиболее высоким средним процентом выполнения: в группе учащихся, не преодолевших минимально установленный порог, он составил 43%. В целом 75% выпускников всех групп подготовки верно определили оба

утверждения о характере теплообмена в термодинамической системе. Показатели качества выполнения задания превышают данные 2019 года. Сравнимые результаты характеризуют качество выполнения задания № 5, в котором, исходя из графиков кинематических зависимостей, определялись верные утверждения о характере движения тел. Более 69% выпускников всех уровней подготовки эффективно проанализировали условия движения тел, выбрав оба верных утверждения. По сравнению с 2019 годом показатели качества выполнения задания для групп с высоким уровнем подготовки сохранились, при этом возросло качество выполнения задания учащимися с недостаточным уровнем подготовки на 5%. Задание № 16, построенное на элементах содержания раздела «Электродинамика», носило больший дифференцирующий характер: в результатах его выполнения различными группами учащихся наблюдаются более заметные различия. При этом в сравнении с результатами 2019 года качество выполнения задания учащимися крайних групп подготовки возросло: среди учащихся, набравших от 81 до 100 баллов, средний процент выполнения задания составил 95%, что на 7% выше результатов предыдущего года. Для учащихся, не преодолевших минимально установленного порога баллов, показатель составил 31%, что также превышает показатели 2019 года на 18%. Таким образом, у выпускников региона 2020 года сформированы умения определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле.

Задание № 24, также направленное на проверку умения объяснять явления, интерпретировать результаты опытов, представленных в виде таблиц, построенное на элементах астрофизики, в 2020 году в связи с изменением количества верных выборов в нем вызвало значительно большие затруднения у выпускников. При отсутствии содержательных изменений в задании средний процент его выполнения снизился от 66% в 2019 году до 47% в 2020 году. Если среди выпускников, набравших от 81 до 100 баллов, средний процент выполнения снизился на 6%, то для учащихся, набравших от 61 до 80 баллов, данный показатель составил 15%. Для выпускников, набравших от минимального балла до 60, средний процент выполнения не превысил 50% и составил 40%, что свидетельствует о недостаточном уровне усвоения элементов содержания «Элементы астрофизики». В группе выпускников с недостаточным уровнем подготовки средний процент выполнения задания составил 9% по сравнению с тем, что в 2019 году он составлял 41%. Таким образом, задание значительно дифференцирует степень подготовки учащихся по уровням. Вместе с тем следует отметить, что результаты могут быть обусловлены не только изменением формы представления задания. Первым фактором выступает влияние межпредметных связей на качество освоения элементов раздела «Астрофизика». Недостаточное понимание важности учебного предмета «Астрономия», в рамках которого формируются знаниевый компонент об особенностях объектов и систем Вселенной, приводит к затруднениям в формировании представлений об астрофизических закономерностях, характеризующих макромир. Вторым фактором является то, что элемент содержания раздела «Астрофизика» в 2020 году в большей мере осваивался учащимися в дистанционном режиме. Как следствие, уровень самоорганизации выпускников оказывал наибольшее влияние на качество выполнения задания.

Выполнение заданий базового уровня, направленных на проверку владения основами знаний о методах научного познания, показало, что учащиеся владеют знаниями об условиях проведения физического эксперимента – при выполнении заданий № 22 и 23 средний процент выполнения составил соответственно 73% и 85%. Важным фактором выступает то, что во всех группах подготовки учащихся, набравших от минимального до 100 баллов, качество выполнения заданий данной направленности высокое, в то время как для учащихся, не преодолевших минимально установленный порог баллов, эти задания, как и в 2019 году, вызвали затруднения. Таким образом, одной из проблем образовательной деятельности образовательной организации выступает качество формирования методологических умений и навыков. Если при анализе особенностей проведения физического эксперимента 83% выпускников, преодолевших минимально установленный порог, справились с заданием, то среди учащихся, не преодолевших минимально установленный порог, лишь 26% дали верный ответ. Другая составляющая методологических умений, характеризующая навык представления результатов измерений с учетом их погрешностей, у выпускников 2020 года сформирована на значительно более высоком уровне: средний процент выполнения возрос от 25% в 2019 году до 73% в 2020 году. Значительное повышение качества выполнения задания характеризует все группы подготовки выпускников. Так,

среди учащихся, не преодолевших минимально установленный порог баллов, средний процент выполнения задания от 0% возрос до 6%. Для учащихся с высоким уровнем подготовки данный показатель составил более 90%. Учащиеся, набравшие от минимального до 60 баллов, также продемонстрировали владение навыками представления результатов измерения с учетом погрешности: 68% участников (в 2019 году – 38%) верно выполнили задание. Таким образом, выпускники 2020 года продемонстрировали во всех группах подготовки рост качества сформированности методологических умений и навыков. При этом качество его формирования оказывает значительное влияние на формирование других специальных умений и способов деятельности, что приводит к разграничению с группой учащихся с недостаточным уровнем подготовки.

Группу заданий повышенного и высокого уровней сложности, предложенную в КИМ по физике 2020 года, отличал перевод одной из задач в число заданий с развернутым вариантом ответа. Все остальные характеристики заданий сохранились без изменения: участники представили краткие ответы к заданиям № 25 и 26 повышенного уровня сложности, развернутые ответы к заданиям № 27 (качественная задача), № 28 (расчетная задача) повышенного уровня сложности и заданиям № 29–32 высокого уровня сложности. Сравнивая результаты выполнения заданий повышенного уровня сложности, направленных на проверку уровня сформированности умения решать задачи, следует отметить, что в текущем году их отличает значительная дифференциация в качестве выполнения заданий в зависимости от группы подготовки учащихся. Средний процент выполнения задач № 25 и 26 с кратким ответом и задачи № 28 с развернутым вариантом ответа в регионе превышает 19%, что свидетельствует об освоении специального умения решать задачи на применение одного-двух законов физики с использованием стандартного алгоритма. Наиболее эффективно выпускники справились с решением задачи № 28, которая предполагала изложение хода решения с представлением формул используемых для законов и закономерностей. Средний процент выполнения составил 62%, что значительно превышает результаты предыдущего года (в 2019 году – 38%). Около 57% выпускников с различным уровнем подготовки полностью справились с решением задачи: использовали второй закон Ньютона и закон Архимеда, провели необходимые математические преобразования и расчеты, получили верный числовой ответ с указанием размерности. Представление решения в развернутом виде позволило выявить особенности допускаемых выпускниками ошибок, приводящих к неверному ответу. Среди причин можно выделить несколько. В значительной части работ отмечено непонимание различия между понятиями «векторная физическая величина» и «проекция векторной физической величины». Так, уравнение второго закона Ньютона в векторном виде учащиеся вписывали знак «-» перед обозначением вектора силы натяжения нити, далее переходили к проекции уравнения на ось и меняли знак на «+». Это действие приводило к тому, что искомая величина приобретала отрицательное значение, которое учащимися записывалось в виде модуля. Еще одной ошибкой математического характера выступало неверное понимание процесса деления суммы сил на физическую величину: в дроби, содержащей в числителе сумму сил натяжения и Архимеда, а в знаменателе ускорение свободного падения, учащиеся сокращали величину ускорения свободного падения только в одном из слагаемых числителя, что приводило к неверному числовому ответу. В достаточном количестве встречались работы, в которых учащиеся вместо плотности указанной в условии жидкости использовали числовые значения плотности воды. Причиной таких ошибок может быть невнимательность, автоматизм, а также искаженное понимание термина «жидкость» в частном его случае «жидкая вода». В редких случаях учащиеся на рисунке направляли силу Архимеда в противоположную сторону, что приводило к ошибкам в проекции. В целом в регионе 11% выпускников всех групп подготовки получили 1 первичный балл за выполнение задания № 28, что означает усвоение ими базовых алгоритмов решения задач, построенных на элементах содержания раздела «Механика». Кроме того, возможность представления развернутого варианта ответа позволяет более точно высказывать суждения о причинах возникающих ошибок и отсутствия верного числового значения. С данным заданием полностью справилось подавляющее большинство учащихся с высоким уровнем подготовки (99%) и достаточным уровнем подготовки (94%). Средний процент выполнения задания № 28 в группе учащихся, набравших от минимального до 60 баллов, составил 50%. В группе учащихся, не преодолевших минимально установленного балла, средний процент выполнения задания

составляет 0%. Следует отметить, что в 2019 году данный показатель составлял 7,41%. Одной из возможных причин может выступать то, что данной группой выпускников допущен ряд ошибок, приводящий к верному числовому ответу. Таким образом, введенная форма представления ответа при решении задачи повышенного уровня сложности показывает особенности затруднений, возникающих у учащихся с различным уровнем подготовки.

Следует отметить, что умение решать задачи физики не сформировано у учащихся, не набравших минимально установленного балла. Во всех заданиях № 26–32 средний процент выполнения составил 0%. Лишь для задания № 25 повышенного уровня сложности, построенного на элементах содержания раздела «Молекулярная физика. Термодинамика», средний процент выполнения задания в указанной группе учащихся составил 6%. Задание № 25 предполагало использование уравнения теплового баланса и формул для расчета количества теплоты при охлаждении и плавлении. По сравнению с 2019 годом качество выполнения задания возросло: средний процент выполнения увеличился от 38% до 45%. Рост наблюдается для всех групп подготовки учащихся. Для выпускников, не преодолевших минимально установленного балла, рост составил 2,3%. В группах участников ЕГЭ по физике, набравших от минимального балла и выше, рост составил более чем 10% для каждой категории.

Построение задачи повышенного уровня на элементах содержания раздела «Квантовая физика», как и в 2019 году, вызвало наибольшие затруднения, наиболее ярко разделяя участников по группам подготовки. В целом с заданием справились 19% выпускников. Так, если другие задачи повышенного уровня сложности решены учащимися, набравшими от минимального до 60 баллов, с более высоким показателем среднего процента выполнения, то с заданием № 26 справились 5% выпускников данной категории, что свидетельствует о недостаточном уровне освоения элементов содержания, а не умения, проверяемого заданием. Испытали затруднение и учащиеся, набравшие от 81 до 100 баллов: 77% выпускников, чьи работы вошли в число высокобалльных, верно выполнили задание. Среди учащихся, получивших от 61 до 80 баллов, средний процент выполнения задания составил 36%. В целом среди выпускников 2020 года элементы содержания и способы деятельности, проверяемые заданиями № 25, 26 и 28, усвоены.

Задание № 27, представляющее собой качественную задачу, предполагало при решении комплексное использование законов электродинамики, законов постоянного тока и законов динамики. Результаты выполнения данного задания в целом по региону свидетельствуют о недостаточном освоении навыка учащимися – средний процент его выполнения составил 12%. Если в 2019 году при выполнении качественной задачи средний процент выполнения составил 35%, то результаты 2020 года значительно снизились. Полностью выполненное задание, предполагавшее выстраивание логической цепочки объяснений с грамотным использованием физических законов и закономерностей, представили 4% выпускников всех групп подготовки, допустили логические ошибки, верно используя физические законы и закономерности, 2% участников ЕГЭ по физике 2020 года. Если в группе высокоподготовленных учащихся и выпускников с достаточным уровнем подготовки средний процент выполнения составил соответственно 54% и 23%, то среди учащихся, набравших от минимального до 60 баллов, средний процент выполнения снизился до 2%. По сравнению с 2019 годом результаты значительно снизились: средний процент выполнения качественной задачи с развернутым вариантом ответа составлял 36%. Допущенные выпускниками 2020 года ошибки можно разделить на несколько групп. Первая группа ошибок обусловлена некорректным и ошибочным использованием терминов, законов и закономерностей. Так, учащиеся изображали эквивалентные схемы, повернув рисунок на 90° . При этом сила тяжести и сила электрического взаимодействия продолжали компенсировать друг друга. Другим примером ошибок данной группы выступало использование терминов, не связанных с рассматриваемой моделью: вместо электрической силы вводилась сила Лоренца, в конденсаторе использовалось понятие магнитного потока. Вторая группа ошибок включала в себя неверную интерпретацию законов. Так, учащиеся, анализируя формулу связи напряженности и электрической силы, интерпретировали величину заряда как заряда конденсатора. При анализе характера изменения сопротивления резистора участники ошибочно полагали, что с ростом длины сопротивление уменьшается, что свидетельствует о недостаточном понимании назначения, устройства и принципа действия реостата. Ошибкой, относящейся к данной группе, выступало и то, что, обосновывая характер изменения напряжения

на резисторе, учащиеся использовали закон Ома для участка цепи, предполагая, что ток в цепи не меняется. Наконец, третья группа ошибок включала в себя пропуск значительных по своей сути логических шагов. Так, анализируя характер движения шарика в конденсаторе, участники подробно рассматривали физические законы и закономерности, но упускали, что равновесие не может обеспечиваться одной силой. К данной группе ошибок можно отнести и то, что при описании характера движения учащиеся упускали из рассуждения вид движения, указывая лишь направление. Следует отметить, что при оценке задания № 27 экспертами было отмечено удобство в использовании предложенных критериев, их подробность.

Группа заданий № 29–32 высокого уровня сложности, с развернутым вариантом ответа, выполнена значительно слабее в 2020 году по сравнению с результатами предыдущего года. Наиболее высокий процент выполнения характеризует задания № 31 и 32 – средний процент выполнения составил соответственно 19% и 20%. Данные результаты, с одной стороны, свидетельствуют о сформированности навыка решения задач с самостоятельным выстраиванием алгоритма, так как результат превышает 15%. С другой стороны, качество выполнения во многом зависит от особенностей структуры и содержания самого задания. По этой причине задачи № 29 и 30 имеют более низкие результаты выполнения – соответственно 13% и 12%. Если задачи, построенные на элементах содержания «Электродинамика (электромагнитная индукция)» и «Электродинамика (геометрическая оптика)», предполагали использование нескольких стандартных алгоритмов, то задачи, построенные на элементах содержания «Механика (вращательное движение)» и «Молекулярная физика. Термодинамика (фазовые переходы)», перед применением системы стандартных алгоритмов предполагали анализ процессов, происходящих в физических системах, обуславливающих выбор алгоритмов. Наиболее эффективно выполнена задача № 32, в которой учащимся предлагалось построить ход лучей в клине. 13% выпускников справились с данной задачей полностью, применив закон преломления, закон отражения, воспользовавшись геометрическими соотношениями. Среди ошибок, допущенных учащимися при выполнении задания, следует выделить ошибки в построении хода луча внутри клина. При нормальном падении луча на первую грань нередко преломленный луч изображался под углом, отличным от 0° . В ряде работ луч, выходящий из клина, вторично преломлялся под меньшим углом, при этом расчетные значения величин численно оказывались верными. Вызывала затруднение необходимость отразить луч от зеркальной грани. В верных решениях учащиеся использовали различные способы поиска соотношения между углами, достраивая прямоугольники, треугольники и т.д. и используя верные геометрические закономерности. В ошибочных работах случайным образом полученный при достраивании лучей прямой угол вводился как основа для выстраивания дальнейшего хода решения: нередко учащиеся воспринимали собственные случайные построения в качестве аксиомы для физического решения. В ряде работ наблюдалось решение, выстроенное вследствие неверного прочтения задания: участники упускали из внимания указание в условии на то, через какую грань луч выходит в воздух. Нередко учащиеся, применяя закон отражения при падении луча на зеркальную грань, указывали на равенство углов между лучами и самой гранью. В целом 5% выпускников использовали верные физические законы и закономерности для решения задачи, набрав 2 первичных балла. Еще в 13% работ присутствуют отдельные оцениваемые элементы решения. В группе выпускников, набравших от 81 до 100 баллов, средний процент выполнения задания составил 82%, в то время как для выпускников, получивших от 61 до 80 баллов, данная величина достигла лишь 42%. Наконец, для учащихся с низким уровнем подготовки средний процент выполнения не превысил 5%.

С еще большей степенью дифференциации результатов выполнено задание № 31, предполагавшее анализ процессов в цепи кольца из проволоки, подключенной к конденсатору и помещенной в изменяющееся магнитное поле. В решении предполагалось использовать закон Фарадея, соотношение для магнитного потока и заряда конденсатора. Полностью с выполнением задания справились 13% выпускников. Одна из групп ошибок характеризовала понимание сути закона Фарадея. Так, для учащихся отсутствовала разница в обозначении изменения магнитной индукции: B или ΔB . При подстановке значений использовалось понятие «изменение физической величины», но в модели представления решения вводилась сама величина. Другим аспектом, связанным с применением закона Фарадея, выступал учет знака «–» в решении. Учащимся в

редких случаях удавалось верно записать закон в общем виде и перейти к модулю ЭДС индукции. Не понимая физической сути закона Фарадея, в одной из работ участник использовал формулу для длины кольца вместо площади. В ряде работ выявлено недостаточное понимание, чему равен косинус угла между вектором магнитной индукции и нормалью – учащиеся «теряли» функцию, величину функции подменяли величиной угла и наоборот. Вторая группа ошибок характеризовала недостаточное понимание процессов, происходящих в конденсаторе. Так, в одном из пояснений участник указал, что после зарядки конденсатора ток через него будет пренебрежимо мал. В целом около 8% учащихся, допустив логические недочеты, математические ошибки, включая ошибки в формуле для определения площади кольца, получили за решенную задачу 2 первичных балла. Понимание сути и умение выстраивать модель решения задачи продемонстрировали учащиеся с высоким уровнем подготовки, набравшие от 81 до 100 баллов: средний процент выполнения задания в группе составил 92%; для выпускников, набравших от 61 до 80 баллов, – 41%. Единичные результаты решения представлены группой учащихся с низким уровнем подготовки: средний процент выполнения задания учащимися, набравшими от минимального до 60 баллов, не превысил 2%.

Среди наиболее сложных заданий необходимо назвать задание № 29, построенное на элементах содержания раздела «Механика». Отличием данной задачи выступало то, что применение стандартных алгоритмов было возможным только после анализа условия о минимальности или максимальности расстояния от тела до оси вращения. При решении задачи требовалось применить стандартный алгоритм указания действующих сил, записи второго закона Ньютона, использование закона Гука, соотношения для силы трения и центростремительного ускорения. Полное правильное решение выполнили 4% выпускников. В большинстве работ учащихся отсутствие анализа понятий «минимальное» и «максимальное» расстояние приводило к выстраиванию неверной модели решения. Как следствие, направление сил упругости и трения могло совпадать, иметь противоположное направление. В целом применение закона Гука вызывало отдельные затруднения. В ряде работ наблюдалась подмена удлинения и длины пружины. Учащиеся, записывая закон Гука с учетом различного направления вектора удлинения и направления действия самой силы (учет знака «–» в решении), дальше использовали данную запись, что приводило к искажениям в числовых значениях. Нередко подобная манипуляция со знаками, совмещенная с отсутствием анализа условия о минимальности или максимальности, приводила к внешнему верному числовому значению. В ряде работ введены силы инерции, что допустимо при соответствующей записи второго закона Ньютона для неинерциальной системы отсчета, но последнюю закономерность учащиеся записывали ошибочно. В целом затруднения в решении вызывал непосредственно ошибочный или отсутствующий предварительный анализ условия о минимальном или максимальном расстоянии. Как следствие, в группе высокоподготовленных учащихся средний процент выполнения составил 55%. Для учащихся, набравших от 61 до 80 баллов, средний процент выполнения достиг 25%. Указанный параметр в группе учащихся, перешедших минимально установленный порог баллов, достиг 3%.

Наиболее сложным для участников ЕГЭ по физике в 2020 году оказалось задание № 30, построенное на элементах содержания раздела «Молекулярная физика. Термодинамика». Особенностью предложенной задачи в КИМ ЕГЭ по физике текущего года явилось то, что учащимся предлагалось рассмотреть и оценить термодинамические параметры системы в процессе фазового перехода газа. Физическая суть предложенного задания вызвала общее затруднение, так как работа совершалась газом, возникающим при кипении. При этом учащимся использовалось соотношение для работы при изобарном процессе с утверждением, что изопроцесс можно рассматривать для газа неизменной массы. В условиях представленной задачи масса газа непрерывно менялась. Сложным оказался для учащихся и анализ применимости первого закона термодинамики: учащиеся затруднялись в понимании того, о каком количестве теплоты в нем идет речь в условиях предложенной задачи. Для учащихся нетипичной являлась ситуация, при которой изменение внутренней энергии было вызвано не изменением температуры, а увеличением массы газа. В целом лишь 6% выпускников верно выстроили модель решения задачи. В группе учащихся, набравших от 81 до 100 баллов, средний процент выполнения составил 54%. Для выпускников с достаточным уровнем подготовки параметр не превысил 22%. В группе учащихся, набравших от минимального до 60 баллов, средний процент выполнения составил 3%.

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Мурманской области ¹				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от мин. до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
Часть 1							
1	Равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, движение по окружности	Б	77	24	72	92	96
2	Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения	Б	69	6	59	96	100
3	Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальные энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии	Б	80	21	76	97	100
4	Условие равновесия твердого тела, закон Паскаля, сила Архимеда, математический и пружинный маятники, механические волны, звук	Б	35	0	20	63	87
5	Механика (объяснение явлений, интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	П	78	31	73	94	98
6	Механика (изменение физических величин в процессах)	Б	68	38	63	78	90
7	Механика (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	Б	66	28	58	84	97
8	Связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева - Клапейрона, изопроцессы	Б	73	32	66	92	95
9	Работа в термодинамике,	Б	76	32	70	92	98

¹ Вычисляется по формуле $p = \frac{N}{n \cdot m} \cdot 100\%$, 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 Мурманской области ¹				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от мин. до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
	первый закон термодинамики, КПД тепловой машины						
10	Относительная влажность воздуха, количество теплоты	Б	93	59	92	99	100
11	МКТ, термодинамика (объяснение явлений, интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	II	83	43	79	96	96
12	МКТ, термодинамика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	Б	62	34	52	84	95
13	Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца (определение направления)	Б	52	12	38	83	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	46	9	31	75	93
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	76	26	68	98	100
16	Электродинамика (объяснение явлений, интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков)	II	57	31	47	73	95

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Мурманской области ¹				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от мин. до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
17	Электродинамика (изменение физических величин в процессах)	Б	72	38	63	93	100
18	Электродинамика и основы СТО (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	Б	54	7	40	83	97
19	Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра. Ядерные реакции	Б	70	21	61	93	99
20	Фотоны, линейчатые спектры, закон радиоактивного распада	Б	61	12	51	83	95
21	Квантовая физика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами)	Б	59	28	51	76	86
22	Механика - квантовая физика (методы научного познания)	Б	73	6	68	90	95
23	Механика - квантовая физика (методы научного познания)	Б	85	26	83	97	96
24	Элементы астрофизики: Солнечная система, звезды, галактики	Б	47	9	40	61	80
Часть 2							
25	Молекулярная физика, электродинамика (расчетная задача)	П	45	6	28	82	95
26	Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача)	П	19	0	5	36	77
27	Механика - квантовая физика (качественная задача)	П	12	0	2	23	54
28	Механика, молекулярная физика (расчетная задача)	П	62	0	50	94	99
29	Механика (расчетная задача)	В	13	0	3	25	55
30	Молекулярная физика (расчетная задача)	В	12	0	3	22	54
31	Электродинамика (расчетная задача)	В	19	0	2	41	92

Номер задания в КИМ	Проверяемые элементы содержания / умения	Уровень сложности задания	Процент выполнения задания в Мурманской области ¹				
			средний	в группе не преодолевших минимальный балл	в группе от мин. до 60 т.б.	в группе от 61 до 80 т.б.	в группе от 81 до 100 т.б.
32	Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача)	В	20	0	5	42	82

Большая часть элементов содержания раздела «Механика», проверяемых в экзаменационной работе заданиями базового уровня сложности, усвоена выпускниками 2020 года. Лишь треть учащихся справилась с заданием 4. Пример данного задания приведем и открытого варианта 310:

- 4 Смещение груза пружинного маятника от положения равновесия меняется с течением времени t по закону $x(t) = A \sin \frac{2\pi}{T} t$, где период $T = 2$ с. Через какое минимальное время начиная с момента $t = 0$ кинетическая энергия маятника уменьшится до нуля?

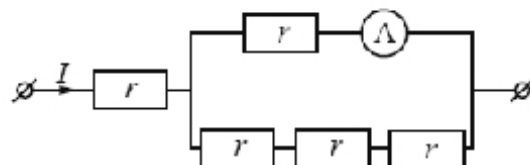
Ответ: через _____ с.

Относительная трудность задания № 4 определяется, во-первых, тем, что представленное уравнение гармонических колебаний предполагает первичный анализ начальных условий движения. Во-вторых, учащиеся в образовательной деятельности редко используют уравнение изменения кинетической и потенциальной энергии. Несмотря на базовый уровень сложности задания, учащимся требовалось использовать целый комплекс знаний, характеризующих механические колебания. Таким образом, уровень трудности определялся и формой представления задания, и особенностями элементов содержания, проверяемых в его рамках.

Все элементы содержания раздела «Молекулярная физика. Термодинамика», проверяемые на базовом уровне, усвоены выпускниками 2020 года. Затруднения, возникшие при выполнении задания № 8 в 2019 году, отсутствовали.

Средние показатели характеризуют уровень освоения элементов содержания раздела «Электродинамика». Как и в предыдущие годы, качество выполнения заданий ниже, чем по двум разделам, рассмотренным ранее. Наибольшую трудность вызвало задание № 14. Приведем пример задания из открытого варианта КИМ:

- 14 По участку электрической цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток $I = 4$ А. Какую силу тока показывает амперметр, если сопротивление $r = 1$ Ом? Сопротивлением амперметра пренебречь.



Ответ: _____ А.

Выпускники не только должны были использовать прямую формулу закона Ома, но и закономерности для параллельно соединенных потребителей. Низкое качество выполнения определялось необходимостью логического выстраивания действий по определению величины силы тока на одном из участков разветвленной части цепи. Следует отметить, что в предыдущем году сходное задание также вызывало затруднение у выпускников. Таким образом, можно говорить о системности данных затруднений в образовательной деятельности. Несмотря на то что, рассматриваемые элементы содержания темы «Постоянный ток» изучены учащимися дважды – на уровне основной и старшей школы, исходя из концентрического принципа изучения физики, – сложность задания определила необходимость построения цепочки логических рассуждений для расчета параметров электрической цепи. Повторяемость затруднений свидетельствует о том, что

необходима коррекция методики введения данных элементов содержания как на уровне основной школы, так и старшей.

Средний процент выполнения всех заданий, проверяющих качество освоения элементов содержания раздела «Квантовая физика», превышает 61%, хотя применение знаний о строении ядра атома и использования Периодической системы элементов характеризуют более низкие показатели. Несмотря на объективную простоту задания, анализ абстрактных ненаглядных для учащихся понятий об элементах, составляющих ядро атома, и способах применения таблицы Д.И. Менделеева, вызывает затруднения.

Средний процент выполнения заданий, предполагающих установление соответствия между графиками и физическими величинами, превышает 54%, что свидетельствует об усвоении умения. Выпускники продемонстрировали базовый уровень сформированности умения анализировать изменения физических величин в процессах: средний процент выполнения всех заданий данного типа превышает по региону 59%. Комплекс измерительных навыков, являющихся важной составляющей методологических умений учащихся, также сформирован у выпускников 2020 года: средний процент выполнения составил более 73%.

Задание № 24 базового уровня сложности, построенное на элементах содержания раздела «Элементы астрофизики», в 2020 году вызвало у учащихся затруднения в связи с изменениями формы представления ответа. Во многом это обусловлено недостаточным запасом фактических знаний учащихся и от конкретного задания не зависит.

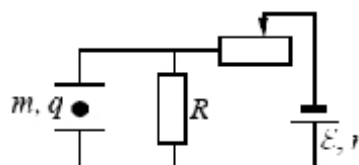
В целом результаты выполнения большинства заданий базового уровня свидетельствуют о достаточном уровне сформированности знаний, умений и способов деятельности.

Среди заданий повышенного уровня сложности следует выделить результаты выполнения заданий с множественным выбором, построенных на материале различных разделов физики. Средние показатели выполнения заданий, направленных на выявление уровня сформированности умения определять характер физического процесса по графику, таблице, формуле, находятся в диапазоне от 57% до 83%. Таким образом, данное умение успешно сформировано у учащихся региона.

Результаты выполнения заданий на проверку умения решать задачи с применением стандартных алгоритмов в 2020 году отличает дифференциация по уровням подготовки. Из четырех заданий данной группы три выполнены с результатами, свидетельствующими об освоении умения значительной долей выпускников: средний процент выполнения задач повышенного уровня сложности, построенных на элементах содержания разделов «Механика», «Молекулярная физика. Термодинамика», «Квантовая физика», составил соответственно 62%, 45% и 19%. Особенно следует отметить рост качества выполнения задачи с развернутым вариантом ответа. Представление решения учащимися в развернутом виде позволило детально показать характер затруднений выпускников, выполняющих данное задание в рамках ЕГЭ по физике в 2020 году. Таким образом, базовые алгоритмы выпускниками освоены. Среди заданий повышенного уровня сложности, проверяющих уровень сформированности умения решать задачи, затруднения у выпускников вызвало выполнение качественной задачи № 27. Приведем пример задания из открытого в регионе варианта КИМ ЕГЭ по физике 2020 года:

27

Две параллельные металлические пластины, расположенные горизонтально, подключены к электрической схеме, приведённой на рисунке. Между пластинами находится в равновесии маленькое заряженное тело массой m и зарядом q . Электростатическое поле между пластинами считать однородным. Опираясь на законы механики и электродинамики, объясните, как и в каком направлении начнёт двигаться тело, если сдвинуть ползунок реостата вправо.



Трудности обусловлены несколькими причинами, среди которых недостаточно сформированные метапредметные умения выстраивать логически последовательные верные рассуждения с опорой на физические законы и закономерности. Средний процент его выполнения составил 12%. Следовательно, из всего разнообразия приемов решения физических задач с опорой

на изученные теории, включающие законы, закономерности, определения и понятия, учащиеся затрудняются в определении границ их применения к условиям конкретной задачи.

Выполнение заданий высокого уровня сложности продолжает вызывать затруднения. Результаты их выполнения в 2020 году показывают, что прямое комплексное применение стандартных законов и закономерностей осваивается учащимися – средний процент выполнения таких заданий в 2020 году составил соответственно 19% и 20%. В случае необходимости проведения предшествующего анализа условия задачи качество выполнения заметно снижается. Средний процент выполнения таких заданий в 2020 году составил соответственно 13% и 12%. Приведем примеры заданий высокого уровня сложности, вызвавших наибольшие затруднения у выпускников, из открытого КИМ ЕГЭ:

29 Имеется недеформированная пружина длиной $L = 20$ см и жёсткостью $k = 30$ Н/м, груз массой $m = 0,2$ кг, а также вращающийся с частотой $\nu = 11$ ц массивный диск. На каком максимальном расстоянии от центра диска можно положить на него груз, прикрепив его пружиной к центру диска, чтобы груз оставался неподвижным относительно диска? Коэффициент трения между грузом и диском $\mu = 0,3$. Размерами груза пренебречь. Сделайте схематический рисунок с указанием сил, действующих на груз.

30 В вертикальном цилиндре, закрытом лёгким поршнем, находится бензол (C_6H_6) при температуре кипения $t = 80$ °С. При сообщении бензолу количества теплоты Q часть его превращается в пар, который при изобарном расширении совершает работу A . Удельная теплота парообразования бензола $L = 396 \cdot 10^3$ Дж/кг, его молярная масса $M = 78 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. Какая часть подведённого к бензолу количества теплоты переходит в работу? Объёмом жидкого бензола пренебречь.

Полученные результаты выполнения заданий ЕГЭ по группам подготовки учащихся позволяют выявить умения, недостаточно сформированные у выпускников, приводящие к снижению качества освоения учебного предмета «Физика». В группе выпускников с высоким уровнем подготовки средний процент выполнения заданий базового уровня, направленных на проверку уровня освоения наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов, установление соответствия между физическими величинами и формулами, графиками, анализ изменения физических величин в процессах, а также уровня сформированности методологических умений, составил от 86% до 100%. Задания повышенного уровня сложности выполнены со средним процентом от 54% для качественной задачи до 98% при объяснении явлений. Задания высокого уровня сложности также выполнены со средним процентом от 54% до 92%. Вместе с тем следует отметить, что для заданий, вызвавших затруднения среди выпускников других групп подготовки, средний процент выполнения у высокоподготовленных участников также несколько ниже. Таким образом, указанные элементы содержания при их введении в образовательной деятельности осваиваются недостаточно у всех категорий учащихся, связаны с уровнем сформированности метапредметных умений, включая коммуникативные навыки.

У выпускников с достаточным уровнем подготовки, набравших от 61 до 80 баллов, задания базового уровня сложности выполнены со средним процентом от 75% до 99%. По всем умениям, проверяемым на базовом и повышенном уровнях (за исключением навыка решения задач), средний процент выполнения также свидетельствует о сформированности и составляет от 61% до 96%. Недостаточно сформирован навык решения задач. Наибольшие затруднения вызвали решения к задаче с кратким ответом, построенной на элементах содержания «Квантовая физика», и качественной задаче.

Выпускники с низким уровнем подготовки, набравшие от минимального до 60 баллов, продемонстрировали недостаточный уровень освоения элементов содержания по всем разделам физики. Наибольшие трудности проявились при использовании законов и закономерностей раздела «Электродинамика», «Элементы астрофизики». При решении задач повышенного уровня сложности базовые алгоритмы частично освоены, задания высокого уровня сложности выпускники не освоили полностью.

В группе учащихся с недостаточным уровнем подготовки элементы содержания и умения освоены фрагментарно, бессистемно. Из заданий базового уровня сложности учащиеся данной группы справились лишь с одним (задание № 10), имеющим средний процент выполнения 59%. Вместе с тем выполнены с достаточным качеством задания повышенного уровня сложности на интерпретацию результатов опытов, представленных с использованием графиков, объяснение явлений. Наиболее низкие результаты продемонстрированы при проверке уровня сформированности методологических умений и навыков решения физических задач.

В достаточной мере результаты освоения специальных умений, формирование предметных знаний определяются используемыми в регионе УМК. Следует отметить, что увеличивается число общеобразовательных организаций, использующих УМК, позволяющие сформировать необходимые умения и способы деятельности. Среди них УМК Генденштейна Л.Э. «Физика 10-11. Углубленный уровень», УМК Кабардина О.Ф. и др. «Физика 10-11. Углубленный уровень», УМК А.В. Грачева и др. «Физика 10-11. Углубленный и базовый уровень».

3.3. ВЫВОДЫ об итогах анализа выполнения заданий, групп заданий:

Можно считать достаточным усвоение всеми школьниками региона в целом следующих элементов содержания:

- Закон сохранения механической энергии.
- Равномерное прямолинейное, равноускоренное прямолинейное движение.
- Сила Архимеда.
- Законы Ньютона.
- Условие равновесия твердого тела.
- Связь температуры со средней кинетической энергией.
- Уравнение Менделеева-Клапейрона, изопроцессы.
- Работа в термодинамике. Первый закон термодинамики.
- КПД тепловой машины.
- Относительная влажность воздуха, количество теплоты.
- Закон Ома для участка цепи.
- Закон электромагнитной индукции Фарадея.
- Законы отражения и преломления света.
- Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра. Ядерные реакции.
- Фотоны.

Можно считать достаточным усвоение всеми школьниками региона в целом следующих умений и видов деятельности:

– Определять характер физического процесса по формуле, графику: определение проекции ускорения по графику зависимости проекции скорости от времени; определение модуля силы и формулы, с помощью которой ее можно рассчитать.

– Определять продукты ядерных реакций на основе законов сохранения электрического заряда и массового числа.

– Анализировать изменение физических величин в процессах, описывать и объяснять физические явления, свойства тел: силы притяжения и скорости движения тела по орбите при движении по круговой орбите; изменение параметров термодинамической системы при переходе к тепловому равновесию.

– Записывать показания измерительных приборов, представлять результаты измерений с учетом их погрешностей.

Нельзя считать достаточным усвоение всеми школьниками региона, школьниками с разным уровнем подготовки следующих элементов содержания:

- Закон всемирного тяготения.
- Закон Гука.
- Механические колебания. Математический и пружинный маятник.
- Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током.
- Сила Лоренца.

- Конденсатор.
- Параллельное и последовательное соединение проводников.
- Поток вектора магнитной индукции.
- Колебательный контур.
- Закон отражения.
- Солнечная система: планеты земной группы и планеты-гиганты, малые тела Солнечной системы.

Нельзя считать достаточным усвоение всеми школьниками региона в целом следующих умений и видов деятельности:

- Применять полученные знания для решения физических задач высокого уровня сложности.
- Решать качественные задачи повышенного уровня сложности.
- Использовать законы физики и физические теории в определенных границах применимости: первый закон термодинамики, закон Гука, законы Ньютона.

Повысилось качество освоения учащимися следующих элементов содержания:

- Прямолинейное равномерное, равноускоренное прямолинейное движение.
- Закон сохранения механической энергии.
- Относительная влажность воздуха.
- Закон электромагнитной индукции Фарадея.

Понизилось качество освоения учащимися следующих элементов содержания:

- Механические колебания.
- Солнечная система: планеты земной группы и планеты-гиганты, малые тела Солнечной системы.

Повысился уровень сформированности следующих умений и видов деятельности учащихся:

- Описывать и объяснять физические явления, свойства тел, результаты экспериментов.
- Применять полученные знания для решения физических задач.
- Представлять результаты измерений с учетом их погрешности.

В КИМ 2020 года было внесено два изменения. Оба изменения оказали существенное влияние на оценку особенностей реализации образовательной деятельности.

Первое изменение, касающееся формы представления ответа к заданию 24, построенному на основе элементов содержания раздела «Астрофизика», позволило сделать выводы, во-первых, о недостаточности владения знаниевым аспектом, обеспечивающим понимание выпускниками структуры, характеристик и особенностей объектов макромира. Во-вторых, отмечена значимость межпредметных связей физики и астрономии, реализация которых недостаточна в образовательной деятельности.

Второе изменение характеризует перевод задачи повышенного уровня сложности с кратким ответом в форму развернутого варианта ответа. В результате получены важные выводы о характере затруднений, возникающих при использовании стандартных алгоритмов учащимися, недостаточной сформированности математической компетенции выпускников. Вместе с тем развернутый вариант ответа позволил выявить и оценить работы выпускников, владеющих физическим мышлением, но допустивших ошибки внимания, описки, математически некорректные записи.

С целью подготовки к итоговой аттестации в 2019/2020 учебном году реализована система работы по поддержке педагогов, представленная в дорожной карте в 2019 году. В рамках данной системы работы реализованы следующие мероприятия:

1. Проведение семинара с использованием системы видеоконференцсвязи «Подготовка к ГИА по физике в 2019/2020 учебном году на основе результатов предметно-содержательного анализа результатов ГИА по физике в Мурманской области» (ГАУДПО МО «ИРО») (сентябрь 2019 года).

2. Заседание регионального УМО учителей и преподавателей физики «Совершенствование качества преподавания физики на основе предметно-содержательного анализа результатов ГИА по физике» (ГАУДПО МО «ИРО») (октябрь 2019 года).

3. Семинар на базе ОО, демонстрирующей стабильно высокие результаты ЕГЭ по физике, МБОУ г. Мурманска МАЛ «Эффективные методы решения задач повышенного и высокого уровня сложности по физике» (ГАУДПО МО «ИРО») (декабрь 2019 года).

4. Семинар на базе ОО, демонстрирующей стабильно высокие результаты ЕГЭ по физике, МБОУ г. Мурманска МПЛ «Эффективные методы формирования методологических умений учащихся» (ГАУДПО МО «ИРО») (октябрь 2019 года).

5. Семинар с использованием видеоконференцсвязи «Эффективные методы и приемы формирования экспериментальных умений учащихся на уроках физики», ИРО (ноябрь 2019 года).

6. Семинар для учителей и преподавателей физики «Эффективные приемы и методы решения задач раздела «Электродинамика» (ГАУДПО МО «ИРО») (октябрь 2019 года).

7. Семинар на базе детского технопарка «Кванториум» «Формирование практических навыков учащихся» (ГАУДПО МО «ИРО») (декабрь 2019 года).

8. Круглый стол «Проблемы подготовки учащихся к государственной итоговой аттестации по физике» (ГАУДПО МО «ИРО») (в дистанционном режиме в форме вебинара, март 2020 года).

9. Круглый стол «Организация итогового обобщения школьного содержания курса физики в рамках подготовки к ГИА» (ГАУДПО МО «ИРО») (в дистанционном режиме в форме вебинара, апрель 2020).

10. Индивидуальные консультации учителей физики в течение учебного года.

11. Разработка региональных диагностических работ для учащихся 8 классов «Оценка качества преподавания физики на уровне основного общего образования в 8 классе» (планируются к проведению в первом полугодии 2020/2021 учебного года).

Несмотря на особенности образовательной деятельности на завершающем этапе освоения учащимися основных образовательных программ среднего общего образования, введением дистанционных форм обучения, ориентацией на длительную самостоятельную деятельность до проведения экзамена, результаты в целом продемонстрировали эффективность образовательной системы в регионе.

Раздел 4. РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СИСТЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ СУБЪЕКТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Рекомендации по совершенствованию организации и методики преподавания физики в образовательных организациях Мурманской области.

ГАУДПО МО «ИРО»:

- Включить в содержание дополнительной профессиональной программы повышения квалификации учителей и преподавателей физики вопросы методики формирования методологических умений учащихся.
- Включить в содержание дополнительной профессиональной программы повышения квалификации учителей и преподавателей физики практикумы по решению физических задач слушателями по наиболее сложным разделам курса физики («Электродинамика», «Астрофизика»).
- Разработать и реализовать дополнительную профессиональную программу повышения квалификации учителей и преподавателей физики «Методы решения физических задач».

Учебно-методическому объединению учителей физики в системе общего образования Мурманской области:

- Обобщить и распространить эффективный педагогический опыт по формированию практических и экспериментальных навыков учащихся, обучению методам решения качественных и расчетных задач по физике в общеобразовательных организациях, демонстрирующих стабильно высокие результаты выполнения экзаменационных работ по физике (МБОУ г. Мурманска МПЛ, МБОУ г. Мурманска ММЛ, МБОУ Гимназия № 1 г. Мончегорска, МБОУ «Лицей имени В.Г. Сизова» г. Мончегорска).
- Организовать проведение мастер-классов для учителей физики по овладению технологиями «перевернутого класса», STEM-технологии, метода типовых ситуаций.
- Организовать процедуру обсуждения и коррекции рабочих программ с учетом выявленных дефицитов учащихся при выполнении экзаменационной работы.

Муниципальным учебно-методическим объединениям учителей физики:

- Включить в число вопросов для обсуждения на уровне муниципальных методических объединений учителей физики методические особенности изучения тем «Энергетические преобразования в механических колебаниях», «Законы постоянного тока», «Введение понятий «электрическое поле» и «магнитное поле» в курсе физики основной школы», «Проблемы реализации учебного предмета «Астрономия» на уровне среднего общего образования», «Методы формирования умения решать комплексные задачи по физике».
- При разработке плана методической работы на учебный год включить в число мероприятий мастер-классы учителей муниципалитета по темам «Методика введения фундаментальных законов в курсе физики основной школы», «Организация дифференцированного подхода на уроках физики».
- Инициировать деятельность по непрерывной поддержке системы профессионального саморазвития педагога, роста специальных умений учителя физики через системную поддержку навыка решения задач высокого уровня сложности с последующим коллективным обсуждением полученных результатов.

Руководителям образовательных организаций:

- Проанализировать эффективность системы методической поддержки учителей физики в общеобразовательной организации, учесть необходимость непрерывного профессионального развития педагога, которое должно включать в том числе освоение приемов решения комплексных физических задач высокого уровня сложности.
- Рассмотреть возможности организации классов углубленного изучения физики на уровне основного общего образования.
- При планировании части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений на уровне среднего общего образования, рассмотреть возможность включения межпредметных курсов, направленных на изучение приемов и способов решения прикладных математических задач (действия с векторами при решении физических задач; функциональные зависимости и математическое преобразование выражений при анализе физических процессов).
- Оценить степень оснащенности кабинетов физики демонстрационным аналоговым оборудованием для проведения фронтальных демонстраций и опытов, лабораторным оборудованием для формирования и развития практических навыков учащихся.
- Включить в план внутришкольного контроля систему работы по оценке качества реализации практико-ориентированной направленности образовательной деятельности по физике.
- При формировании плана внутришкольного контроля включить мероприятия, направленные на выявление систематического проведения учителями физики демонстрационных экспериментов и опытов, реализацию комплекса практических, лабораторных работ и опытов с использованием аналогового оборудования на этапе формирования физических понятий, законов, закономерностей, оборудования цифровых лабораторий – в процессе комплексного исследования физических систем в рамках физпрактикумов.
- При разработке плана внеурочной деятельности предложить формы деятельности учащихся, направленные на развитие естественнонаучного мышления.

Учителям и преподавателям физики образовательных организаций:

- При организации образовательной деятельности уделять особое внимание обобщению элементов содержания как на тематической основе по отдельным разделам курса физики, так и на основе выделения ключевых понятий, явлений, закономерностей (фундаментальные законы, энергетические преобразования, сущность физического эксперимента, погрешности измерения и способы их уменьшения и т.д.).
- В контрольно-оценочной деятельности использовать критериальное оценивание выполнения заданий различного уровня сложности, шире применять задания с развернутым вариантом ответа учащихся.

- Активно использовать в образовательной деятельности фронтальное и групповое обсуждение результатов выполнения различных видов деятельности: проведение практических прямых и косвенных измерений, анализ физических законов и закономерностей, лежащих в основе решения качественных задач; обоснование применимости альтернативных способов решения расчетных задач, представление учащимся развернутого логически обоснованного ответа в устной и письменной форме при решении качественных и расчетных задач по физике различного уровня сложности.
- Систематически использовать задания, требующие применения как стандартных алгоритмов, так и анализа условий применимости известных алгоритмов, самостоятельного построения ориентировочной основы деятельности при работе с комбинированными заданиями, задачами с нестандартной формулировкой, с неопределенными условиями; с избытком данных, предполагающими представление изучаемого материала в различных формах – таблицах, графиках;
- В образовательной деятельности инициировать включение учащихся, испытывающих трудности в освоении физики в групповое взаимодействие с учащимися, эффективно владеющими навыками анализа физических задач, осуществить дифференцированный подход к планированию образовательной деятельности по физике учащихся с повышенными образовательными потребностями.
- При проектировании образовательной деятельности по физике с учащимися с низким и недостаточным уровнем подготовки в программы индивидуальной работы включать вопросы методологической направленности, методов решения физических задач базового уровня сложности.
- При проектировании образовательной деятельности с учащимися с высокими образовательными достижениями в программы индивидуальной работы включать рассмотрение методов решения физических задач высокого уровня сложности.
- В образовательной деятельности при работе с учащимися с различным уровнем подготовки шире использовать методы анализа физических ошибок, допускаемых учащимися при работе с физическими расчетными, качественными и экспериментальными задачами различного уровня сложности.

Настоящие Рекомендации разработаны для системы образования Мурманской области и размещены в сети Интернет по адресу: <https://iro51.ru/napravlenie-deyatelnosti/metodicheskie-materialy-po-obucheniyu/metodicheskie-rekomendatsii/3243-metodicheskij-analiz-rezultatov-ege-2020-goda>