**Методический анализ результатов ГИА-11 по**

**физике**

**РАЗДЕЛ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТНИКОВ ЕГЭ ПО УЧЕБНОМУ ПРЕДМЕТУ**

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

*Таблица 4*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **2017** | **2018** | **2019** |
| чел. | % от общего числа участников | чел. | % от общего числа участников | чел. | % от общего числа участников |
| 832 | 25,37 | 864 | 22,87 | 843 | 23,48 |

1.2. Процентное соотношение юношей и девушек, участвующих в ЕГЭ

*Таблица 5*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Пол** | **2017** | **2018** | **2019** |
| чел. | % от общего числа участников | чел. | % от общего числа участников | чел. | % от общего числа участников |
| Женский | 206 | 24,76 | 203 | 23,50 | 193 | 22,89 |
| Мужской | 626 | 75,24 | 661 | 76,50 | 650 | 77,11 |

1.3. Количество участников ЕГЭ в регионе по категориям

*Таблица 6*

|  |  |
| --- | --- |
| **Всего участников ЕГЭ по предмету** | 843 |
| Из них:выпускников текущего года, обучающихся по программам СОО | 797 |
| выпускников текущего года, обучающихся по программам СПО | 11 |
| выпускников прошлых лет | 35 |
| участников с ограниченными возможностями здоровья | 4 |

1.4. Количество участников ЕГЭ по типам ОО

*Таблица 7*

|  |  |
| --- | --- |
| **Всего ВТГ** |  |
| Из них:* выпускники гимназий
 | 213 |
| * выпускники лицеев
 | 97 |
| * выпускники ОО с углубленным изучением отдельных предметов
 | 45 |
| * выпускники дневных ОО
 | 434 |
| * выпускники вечерних ОО
 | 0 |
| * выпускники иных ОО (частные и федеральные)
 | 8 |
| * выпускники, не прошедшие ГИА в прошлые годы
 | 0 |
| * выпускники СПО
 | 11 |
| * выпускники прошлых лет
 | 35 |

1.5. Количество участников ЕГЭ по предмету по АТЕ региона

*Таблица 8*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | АТЕ | Количество участников ЕГЭ по учебному предмету | % от общего числа участников в регионе |
|  | г. Мурманск  | 311 | 8,66 |
|  | г. Апатиты с подведомственной территорией  | 44 | 1,23 |
|  | Кандалакшский район | 36 | 1,00 |
|  | г. Кировск с подведомственной территорией | 43 | 1,20 |
|  | г. Мончегорск с подведомственной территорией | 51 | 1,42 |
|  | г. Оленегорск с подведомственной территорией | 32 | 0,89 |
|  | г. Полярные Зори с подведомственной территорией | 25 | 0,70 |
|  | Ковдорский район | 23 | 0,64 |
|  | Кольский район | 16 | 0,45 |
|  | Ловозерский район | 4 | 0,11 |
|  | Печенгский район | 24 | 0,67 |
|  | Терский район | 4 | 0,11 |
|  | ЗАТО п. Видяево | 14 | 0,39 |
|  | ЗАТО г. Заозерск | 19 | 0,53 |
|  | ЗАТО г. Островной | 1 | 0,03 |
|  | ЗАТО г. Североморск | 102 | 2,84 |
|  | ЗАТО Александровск | 82 | 2,28 |
|  | Подведомственные образовательные организации | 8 | 0,22 |
|  | Негосударственные образовательные организации | 0 | 0,00 |
|  | Федеральные образовательные организации | 4 | 0,11 |
| ИТОГО: | 843 | 23,48 |

**РАЗДЕЛ** **2. ВЫВОДЫ о характере изменения количества участников ЕГЭ по учебному предмету**

Число участников ЕГЭ по физике в Мурманской области в 2019 году составило 843 человека. Численность участников экзамена сопоставима с предыдущими 2017 и 2018 годами (832 и 864 человека соответственно). Процентное отношение числа участников ЕГЭ по физике по сравнению с предыдущими годами также осталось относительно стабильным и в 2019 году составило 23,48% от общего числа выпускников (в 2017 году – 25,37%, в 2018 году – 22,87%). Гендерный состав незначительно изменяется в сторону увеличения доли юношей по сравнению с девушками. Так, если в 2017 году количество юношей составило 75,24% от общего числа участников ЕГЭ по физике, в 2018 году – 76,50%, то в 2019 году – 77,11%. При этом доля девушек составляет менее четверти от общего количества участников экзамена. Доля выпускников текущего года составила 95,85% от общего числа участников ЕГЭ по физике. Из 808 участников данной категории 797 человек – выпускники текущего года, обучавшиеся по программам СОО, а также 11 человек, обучавшихся по программам СПО. Доля учащихся с ограниченными возможностями здоровья в 2019 году составила 0,5% от общего числа участников ЕГЭ по физике (в 2018 году – 0,2%).

Более половины участников ЕГЭ по физике (51,48 %), как и в 2018 году, – выпускники дневных общеобразовательных школ. Учащиеся лицеев и гимназий, а так же общеобразовательных организаций с углубленным изучением отдельных предметов в целом составили 42,11 % от числа участников ЕГЭ по физике. Большинство из них – выпускники гимназий (25,53 %), выпускники лицеев – 11,51 %, общеобразовательных организаций с углубленным изучением отдельных предметов – 5,34 %. Количество участников ЕГЭ по физике по типам образовательных организаций в 2019 году сопоставимо с 2018 годом.

Сохраняется распределение участников по административно-территориальным единицам региона: как и в предыдущем году, наибольшее количество выпускников, сдававших ЕГЭ по физике, представляют общеобразовательные организации г. Мурманска (311 человек), ЗАТО г. Североморск (102 человека), ЗАТО Александровск (82 человека). Доля участников экзамена по физике от общего числа выпускников в регионе также максимальная в указанных административно-территориальных единицах и составляет соответственно 8,66 %, 2,84 % и 2,28 %.

**РАЗДЕЛ 3. ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ЕГЭ ПО ПРЕДМЕТУ**

3.1. Диаграмма распределения тестовых баллов по предмету в 2019 г. (количество участников, получивших тот или иной тестовый балл)

3.2. Динамика результатов ЕГЭ по предмету за последние 3 года

*Таблица 9*

|  | Мурманская область |
| --- | --- |
| 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
| число | доля | число | доля | число | доля |
| Не преодолели минимального балла | 9 | 1,08 | 23 | 2,66 | 27 | 3,20 |
| Средний тестовый балл | 53,97 | 55,22 | 56,95 |
| Получили от 81 до 99 баллов | 32 | 3,85 | 32 | 3,70 | 85 | 10,08 |
| Получили 100 баллов | 3 | 0,36 | 0 | 0,00 | 0 | 0,00 |

3.3. Результаты по группам участников экзамена с различным уровнем подготовки:

А) с учетом категории участников ЕГЭ

*Таблица 10*

|  | Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СОО | Выпускники текущего года, обучающиеся по программам СПО | Выпускники прошлых лет | Участники ЕГЭ с ОВЗ |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Доля участников, набравших балл ниже минимального  | 2,51 | 18,18 | 14,29 | 0,00 |
| Доля участников, получивших тестовый балл от минимального балла до 60 баллов | 63,36 | 81,82 | 71,43 | 0,00 |
| Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов  | 23,59 | 0,00 | 11,43 | 75,00 |
| Доля участников, получивших от 81 до 99 баллов  | 10,54 | 0,00 | 2,86 | 25,00 |
| Количество участников, получивших 100 баллов | 0 | 0 | 0 | 0 |

Б) с учетом типа ОО

*Таблица 11*

|  | Доля участников, получивших тестовый балл | Количество участников, получивших 100 баллов |
| --- | --- | --- |
| ниже минималь-ного | от минималь-ного до 60 баллов | от 61 до 80 баллов | от 81 до 99 баллов |
| ВСОШ | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| Гимназии | 2,35 | 59,62 | 28,17 | 9,86 | 0 |
| Иные (частные и федеральные ОО) | 25,00 | 75,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |
| Лицеи | 0,00 | 38,14 | 31,96 | 29,90 | 0 |
| СОШ | 2,33 | 70,00 | 20,00 | 7,67 | 0 |
| СОШ с углубленным изучением отдельных предметов | 6,67 | 68,89 | 22,22 | 2,22 | 0 |

В) Основные результаты ЕГЭ по предмету в сравнении по АТЕ

*Таблица 12*

| № | Наименование АТЕ | Доля участников, получивших тестовый балл | Количество участников, получивших 100 баллов |
| --- | --- | --- | --- |
| ниже минималь-ного | от минималь-ного балла до 60 баллов | от 61 до 80 баллов | от 81 до 99 баллов |
|  | г. Мурманск | 1,74 | 56,60 | 26,04 | 15,63 | 0 |
|  | г. Апатиты с подведомственной территорией | 2,50 | 57,50 | 30,00 | 10,00 | 0 |
|  | Кандалакшский район | 0,00 | 62,50 | 31,25 | 6,25 | 0 |
|  | г. Кировск с подведомственной территорией | 0,00 | 58,54 | 34,15 | 7,32 | 0 |
|  | г. Мончегорск с подведомственной территорией | 0,00 | 64,71 | 23,53 | 11,76 | 0 |
|  | г. Оленегорск с подведомственной территорией | 0,00 | 78,13 | 12,50 | 9,38 | 0 |
|  | г. Полярные Зори с подведомственной территорией | 0,00 | 62,50 | 29,17 | 8,33 | 0 |
|  | Ковдорский район | 4,35 | 69,57 | 21,74 | 4,35 | 0 |
|  | Кольский район | 13,33 | 66,67 | 20,00 | 0,00 | 0 |
|  | Ловозерский район | 0,00 | 50,00 | 50,00 | 0,00 | 0 |
|  | Печенгский район | 0,00 | 81,82 | 18,18 | 0,00 | 0 |
|  | Терский район | 0,00 | 50,00 | 0,00 | 50,00 | 0 |
|  | ЗАТО п. Видяево | 0,00 | 61,54 | 23,08 | 15,38 | 0 |
|  | ЗАТО г. Заозерск | 10,53 | 63,16 | 26,32 | 0,00 | 0 |
|  | ЗАТО г. Островной | 0,00 | 100 | 0,00 | 0,00 | 0 |
|  | ЗАТО г. Североморск | 4,12 | 74,23 | 18,56 | 3,09 | 0 |
|  | ЗАТО Александровск | 3,80 | 65,82 | 16,46 | 13,92 | 0 |
|  | Подведомственные образовательные организации | 25,00 | 75,00 | 0,00 | 0,00 | 0 |

3.4. Выделение перечня ОО, продемонстрировавших наиболее высокие результаты ЕГЭ по предмету: выбирается от 5 до 15 % от общего числа ОО в субъекте РФ, в которых

* доля участников ЕГЭ, **получивших от 81 до 100 баллов,** имеет ***максимальные значения*** (по сравнению с другими ОО субъекта РФ);

*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 РФ).

*Примечание. Сравнение результатов по ОО проводится при условии не менее 10 количества участников ОО.*

*Таблица 13*

| № | 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 | 43,33 | 26,67 | 0,00 |
| 2 | МБОУ МАЛ, г. Мурманск | 37,04 | 29,63 | 0,00 |
| 3 | МАОУ "СОШ № 266 ЗАТО Александровск" | 16,67 | 20,83 | 0,00 |
| 4 | МБОУ г. Мурманска СОШ № 36 | 25,00 | 50,00 | 0,00 |
| 5 | МБОУ г. Мурманска "Гимназия № 9" | 36,36 | 27,27 | 0,00 |
| 6 | МБОУ "СОШ № 7 г. Кировска" | 15,79 | 36,84 | 0,00 |
| 7 | МБОУ г. Мурманска "Гимназия № 1" | 14,29 | 14,29 | 4,76 |
| 8 | МАОУ "Гимназия" ЗАТО Александровск | 8,33 | 13,89 | 8,33 |
| 9 | МБОУ СОШ ЗАТО Видяево | 15,38 | 23,08 | 0,00 |
| 10 | МБОУ СОШ № 4, Терский район | 50,00 | 0,00 | 0,00 |

3.5. Выделение перечня ОО, продемонстрировавших низкие результаты ЕГЭ по предмету: выбирается от 5 до15% от общего числа ОО в субъекте РФ, в которых

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

*Примечание. Сравнение результатов по ОО проводится при условии не менее 10 количества участников ОО.*

*Таблица 14*

| № | Наименование ОО | Доля участников,не достигших минимального балла | Доля участников, получивших от 61 до 80 баллов | Доля участников, получивших от 81 до 100 баллов |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | МБОУ СОШ № 9, ЗАТО г. Североморск | 20,00 | 0,00 | 10,00 |
| 2 | МОУ СОШ № 289, ЗАТО г. Заозерск | 10,53 | 26,32 | 0,00 |
| 3 | МБОУ г. Мурманска "Гимназия № 3" | 6,67 | 0,00 | 0,00 |
| 4 | МБОУ СОШ № 15 г. Апатиты | 10,00 | 40,00 | 10,00 |
| 5 | МОУ СОШ № 13, г. Оленегорск | 0,00 | 0,00 | 7,14 |
| 6 | МБОУ СОШ № 1, ЗАТО г. Североморск | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 7 | МБОУ СОШ № 12, ЗАТО г. Североморск | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 8 | МБОУ СОШ № 1 имени А. Ваганова | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 9 | МБОУ СОШ № 7, Печенгский район | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 10 | МБОУ СОШ № 14 г. Апатиты | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

3.6. Вывод о характере изменения результатов ЕГЭ по предмету

По сравнению с 2017 и 2018 годами усилилась дифференциация в подготовке выпускников и рост качества подготовки учащихся. В Мурманской области в течение трех лет наблюдается положительная динамика изменения среднего балла. Если в 2017 году он составил 53,97, в 2018 году – 55,22, то в текущем году вырос до 56,95. Число участников экзамена, не набравших минимальное количество баллов, выросло и в 2019 году составило 3,20 % от общего числа учащихся, сдававших ЕГЭ по физике (в 2017 году – 1,08 %, в 2018 году – 2,66 %). При этом значительно возросла доля высокобалльных работ: если в 2017 и 2018 годах от 81 до 99 баллов получили соответственно 3,85 % (32 человека) и 3,70 % (32 человека), то в 2019 году – 10,08 % (85 учащихся). Таким образом, доля высокобалльных работ возросла в текущем году на 6,38 %. Максимальное количество баллов, набранное участниками ЕГЭ 2019 года, составило 98. 100 баллов не набрано участниками как в предыдущем 2018 году, так и в 2019 году. Доля участников, получивших от 61 до 100 баллов и продемонстрировавших готовность к успешному продолжению образования, составила 34,13 % (272 человека). Максимальное число участников (505 человек) выполнили работу, набрав от минимального количества баллов до 60. Минимальное количество баллов, набранное выпускниками, сдававшими экзамен, составило 20.

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 (10,54 % от числа участников данной группы), выпускниками прошлых лет (2,86 % от числа участников группы), а также участниками с ОВЗ (25 % от числа участников группы). Все участники ЕГЭ с ОВЗ получили от 61 до 99 баллов. В группе выпускников текущего года, обучавшихся по программам СПО, отсутствуют высокобалльные работы. Треть выпускников текущего года (34,13 %), обучавшихся по программам СОО, выполнили работу, набрав от 61 до 99 баллов. Сравнивая распределение учащихся по группам в 2018 и 2019 годах, следует отметить динамику в результатах выпускников текущего года, обучавшихся по программам СОО: при росте числа высокобалльных работ на 6 % возросла на 0,64 % и доля участников, не преодолевших минимально установленный порог, а также уменьшилось на 7,58 % число выпускников, набравших от минимального балла до 60. В остальных группах относительная доля участников осталась неизменной.

Как и в 2018 году, наиболее высокие результаты продемонстрировали выпускники лицеев. Все учащиеся, выполнявшие экзаменационную работу, преодолели минимально установленный порог. Уменьшилось на 4,96 % число участников, набравших от минимального балла до 60, и составило в 2019 году 38,14 %. При этом снизилась и доля учащихся, получивших от 61 до 80 баллов. Число высокобалльных работ составило 29,90 %, что превышает данные предыдущего года на 19,56 %, а также результаты, продемонстрированные учащимися других типов общеобразовательных организаций. Результаты, продемонстрированные выпускниками гимназий, характеризуют изменения количественного соотношения учащихся всех групп подготовки. Если в 2018 году все учащиеся гимназий получили тестовый балл выше минимального, то в 2019 году 2,35 % учащихся не преодолели минимально установленный барьер; более половины (59,62 %) набрали от минимального числа баллов до 60; число высокобалльных работ составило 9,86 %. Результаты выполнения экзаменационной работы выпускниками средних общеобразовательных школ, а также школ с углубленным изучением отдельных предметов в 2018 и 2019 годах сходны для всех групп учащихся, набравших количество баллов до 80. При этом увеличилось число выпускников, получивших от 81 до 99 баллов. Для средних общеобразовательных школ рост составил 4,57 %, для школ с углубленным изучением отдельных предметов – 2,22 %. Ниже результаты, продемонстрированные выпускниками частных и федеральных общеобразовательных организаций: при сравнимых значениях числа учащихся, не преодолевших минимально установленный барьер в 2018 и 2019 годах, увеличилась доля участников, набравших от минимального числа баллов до 60. Отсутствуют работы, получившие более 61 балла. Таким образом, в 2019 году качество подготовки учащихся лицеев характеризует 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 2018 году, выпускники г. Мурманска, г. Кировска. За последние три года выпускники общеобразовательных организаций г. Кировска получили количество баллов, превышающее минимально установленный порог. При этом количество учащихся, набравших по результатам ЕГЭ 2019 года от 61 балла и выше, возросло на 3%. Из трех муниципальных образований с наибольшей долей участников экзамена в ЗАТО Александровск наблюдается рост качества выполнения работы: доля учащихся, набравших менее 61 балла, снизилась на 6,69 %. Следует отметить относительный рост качества выполнения работы в 2019 году по сравнению с 2018 годом выпускниками Кандалакшского, Кольского, Ловозерского районов, г. Полярные Зори, ЗАТО г. Заозерск. Уменьшилась доля учащихся, набравших от 61 до 99 баллов, среди выпускников г. Мончегорска, г. Оленегорска.

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 МАЛ, МБОУ «СОШ № 7 г. Кировска», 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 52,63 % до 75 %. Если в 2018 году МБОУ «СОШ № 266 ЗАТО Александровск» входило в число общеобразовательных организаций, продемонстрировавших наиболее низкие результаты ЕГЭ по физике, то в 2019 году все выпускники школы преодолели минимально установленный порог (в 2018 году их доля составляла 3,85 %), 37,50 % участников экзамена набрали от 61 до 99 баллов. Все общеобразовательные организации, продемонстрировавшие в 2018 году наиболее низкие результаты, по итогам ЕГЭ по физике 2019 года улучшили показатели и не вошли в данный перечень. Среди результатов, полученных выпускниками МБОУ г. Мурманска «Гимназия № 3» и МБОУ СОШ № 289 ЗАТО г. Заозерск отсутствуют работы, набравшие от 81 до 99 баллов, доля участников, не перешедших минимально установленный порог баллов, составляет от 10,00 % до 10,53 %. Все общеобразовательные организации, вошедшие в перечень продемонстрировавших наиболее низкие результаты, отличает значительная доля выпускников, набравших от минимального до 60 баллов. Так, 100 % выпускников МБОУ СОШ № 1 ЗАТО г. Североморск, МБОУ СОШ № 12 ЗАТО г. Североморск, МБОУ СОШ № 1 им. А. Ваганова, МБОУ СОШ № 7 Печенгского района, МБОУ СОШ № 14 г. Апатиты выполнили экзаменационную работу, набрав не более 60 баллов, но превысив минимально установленный порог. Доля участников данной группы в МБОУ СОШ № 9 ЗАТО г. Североморск, МБОУ СОШ № 13 г. Оленегорска составляет от 70 % до 92,86 %.

# Раздел 4. АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ОТДЕЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ ИЛИ ГРУПП ЗАДАНИЙ

4.1. 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 видов 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 структуре и содержании КИМ ЕГЭ по физике в 2019 году по сравнению с 2018 годом отсутствовали. Каждый вариант состоял из двух частей и включал 32 задания. Часть 1 включала 24 задания базового и повышенного уровня сложности, из которых 13 заданий с записью ответа в виде числа, слова, 3 задания на установление соответствия, 4 на множественный выбор и 4 задания на изменение физических величин, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр. 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, объединенных общим видом деятельности – решение задач – и в соответствии с тематической принадлежностью, из них три задания с кратким ответом и пять заданий с развернутым вариантом ответа.

Содержательные особенности КИМ ЕГЭ по физике (вариант 310) определялись необходимостью проверки предусмотренных стандартом способов деятельности. В 11 заданиях из 32 различного уровня сложности информация была представлена как в текстовом виде, так и в виде графика, в 7 заданиях – в виде схемы или схематического рисунка, а также в 3 заданиях – в виде таблицы. Содержание задания повышенного уровня сложности с развернутым вариантом ответа предполагало самостоятельное представление учащимися информации физического содержания в виде графика (задание 28; изображение графика циклического процесса в осях *p-V*).

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, 18, 21 предполагали установление соответствия между графиками и физическими величинами, физическими величинами и формулами. Задания № 6, 12, 17 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, три с кратким ответом № 25-27 предполагали применение одного-двух законов (формул) разделов «Механика» (законы сохранения), «Электродинамика» (законы постоянного тока; формула тонкой линзы). Задание с развернутым вариантом ответа № 28, являвшееся качественной задачей, было направлено на проверку умения использовать понятия и законы молекулярной физики 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.

4.2. Анализ проводится в соответствии с методическими традициями предмета и особенностями экзаменационной модели по предмету

В качестве приложения используется план КИМ по предмету с указанием средних процентов выполнения по каждой линии заданий в регионе.

*Таблица 15*

| Обознач.задания в работе | Проверяемые элементы содержания / умения | Уровень сложности задания | Процент выполнения задания в субъекте РФ[[1]](#footnote-1) |
| --- | --- | --- | --- |
| средний | в группе не преодолевших минимальный балл | в группе 61-80 т.б. | в группе 81-100 т.б. |
| 1 | Равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, движение по окружности | Б | 62,63 | 14,81 | 76,56 | 91,76 |
| 2 | Законы Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения | Б | 94,42 | 37,04 | 100 | 100 |
| 3 | Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальная энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии | Б | 88,97 | 18,52 | 97,40 | 100 |
| 4 | Условие равновесия твердого тела, закон Паскаля, сила Архимеда, математический и пружинный маятники, механические волны, звук | Б | 70,23 | 22,22 | 93,75 | 98,82 |
| 5 | Механика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков) | П | 78,05 | 25,93 | 91,67 | 98,24 |
| 6 | Механика (изменение физических величин в процессах) | Б | 69,93 | 33,33 | 77,34 | 82,94 |
| 7 | Механика (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами) | Б | 65,66 | 12,96 | 84,90 | 99,41 |
| 8 | Связь между давлением и средней кинетической энергией, абсолютная температура, связь температуры со средней кинетической энергией, уравнение Менделеева - Клапейрона, изопроцессы | Б | 57,89 | 22,22 | 77,60 | 84,71 |
| 9 | Работа в термодинамике, первый закон термодинамики, КПД тепловой машины | Б | 71,06 | 11,11 | 91,15 | 95,29 |
| 10 | Относительная влажность воздуха, количество теплоты | Б | 61,45 | 7,41 | 87,50 | 92,94 |
| 11 | МКТ, термодинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков) | П | 76,16 | 46,30 | 92,71 | 98,82 |
| 12 | МКТ, термодинамика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами) | Б | 66,31 | 31,48 | 83,85 | 95,29 |
| 13 | Принцип суперпозиции электрических полей, магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца, правило Ленца (определение направления) | Б | 75,33 | 29,63 | 87,50 | 97,65 |
| 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 | 44,60 | 7,41 | 70,83 | 90,59 |
| 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 | 70,46 | 14,81 | 94,27 | 100 |
| 16 | Электродинамика (объяснение явлений; интерпретация результатов опытов, представленных в виде таблицы или графиков) | П | 58,48 | 12,96 | 79,69 | 88,24 |
| 17 | Электродинамика (изменение физических величин в процессах) | Б | 54,86 | 16,67 | 65,36 | 82,94 |
| 18 | Электродинамика и основы СТО (установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами) | П | 64,65 | 27,78 | 77,08 | 93,53 |
| 19 | Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра. Ядерные реакции | Б | 70,23 | 14,81 | 91,15 | 97,65 |
| 20 | Фотоны, линейчатые спектры, закон радиоактивного распада | Б | 84,22 | 29,63 | 97,40 | 98,82 |
| 21 | Квантовая физика (изменение физических величин в процессах; установление соответствия между графиками и физическими величинами, между физическими величинами и формулами) | Б | 43,48 | 18,52 | 59,38 | 81,76 |
| 22 | Механика - квантовая физика (методы научного познания) | Б | 25,27 | 0,00 | 38,02 | 55,29 |
| 23 | Механика - квантовая физика (методы научного познания) | Б | 83,39 | 18,52 | 95,31 | 100 |
| 24 | Элементы астрофизики: Солнечнаясистема, звезды, галактики | П | 65,60 | 40,74 | 77,60 | 86,47 |
| 25 | Механика, молекулярная физика (расчетная задача) | П | 37,60 | 7,41 | 66,67 | 85,88 |
| 26 | Молекулярная физика, электродинамика (расчетная задача) | П | 37,13 | 3,70 | 65,63 | 82,35 |
| 27 | Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача) | П | 34,99 | 0,00 | 68,75 | 87,06 |
| 28 | Механика - квантовая физика (качественная задача) | П | 36,06 | 0,00 | 69,27 | 85,49 |
| 29 | Механика (расчетная задача) | В | 28,75 | 0,00 | 54,69 | 87,84 |
| 30 | Молекулярная физика (расчетная задача) | В | 22,66 | 0,00 | 47,22 | 85,88 |
| 31 | Электродинамика (расчетная задача) | В | 21,63 | 0,00 | 44,97 | 85,10 |
| 32 | Электродинамика, квантовая физика (расчетная задача) | В | 10,12 | 0,00 | 16,32 | 50,59 |

Для проведения предметно-содержательного анализа использовался открытый вариант 310.

Результаты выполнения заданий базового уровня, направленных на проверку усвоения наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов раздела «Механика», свидетельствуют о высоком уровне их освоения учащимися Мурманской области. Наиболее эффективно выпускники выполнили задание № 2, определив коэффициент трения на основе представленной графической зависимости модуля силы трения скольжения бруска от модуля силы нормального давления (средний процент выполнения 94,42 %), и задание № 3, определив кинетическую энергию тела известной массы (средний процент выполнения 88,97 %). Более половины выпускников, выполнявших экзаменационную работу, определили скорость одного автомобиля в системе отсчета, связанной со вторым автомобилем, используя график изменения расстояния между автомобилями с течением времени (средний процент выполнения 62,63 %), а также изменение периода малых свободных колебаний математического маятника при изменении длины нити (средний процент выполнения 70,23 %). Таким образом, все проверяемые элементы содержания раздела «Механика» усвоены на базовом уровне. По сравнению с качеством выполнения аналогичных заданий в 2018 году отмечается сохранение относительной стабильности в средних результатах их выполнения выпускниками 2019 года. Все учащиеся, преодолевшие минимально установленный порог, справились с группой заданий, проверяющих усвоение элементов содержания раздела «Механика». Если для группы учащихся, получивших от 81 до 100 баллов по результатам выполнения экзаменационной работы, средний процент выполнения составил от 91,76 % до 100 %, для группы выпускников, получивших от 61 до 80 баллов – от 76,56 % до 100 %, то в группе участников, не преодолевших минимально установленный балл, средний процент выполнения составил от 14,81 до 37,04 %. Наибольшие затруднения у последней группы учащихся вызвало задание № 1, предполагавшее определение скорости одного тела в системе отсчета другого с использованием графика (14,81 %). Данное задание вызывало относительные затруднения у всех участников экзамена – для всех групп выпускников средние проценты выполнения ниже в сравнении с качеством выполнения других заданий, построенных на содержании раздела «Механика». Более эффективно учащиеся всех групп подготовки справились с заданием № 2, направленным на использование соотношения для силы трения скольжения с использованием графика зависимости физических величин: в группах выпускников, получивших от 61 до 80 и от 81 до 100 баллов, средний процент выполнения составил 100 %; в группе выпускников, получивших от минимального до 61 балла, - 95,24%; треть учащихся (37,04%), не перешедших минимально установленный порог, справилось с заданием.

Средний процент выполнения заданий, проверяющих усвоение элементов содержания раздела «Молекулярная физика», составил в 2019 году от 57,89 % до 71,06 %. Наиболее эффективно учащиеся справились с заданием № 9 на определение работы внешних сил при известном значении полученного количества теплоты и увеличения внутренней энергии идеального газа. В экзаменационных работах 71,06 % выпускников верно использовали первый закон термодинамики. Следует отметить незначительное снижение качества выполнения данного задания в текущем году по сравнению с 2018 годом на 5,08 %. Более значимое снижение характеризует качество выполнения задания № 8: если в предыдущем году с ним справились 76,14% участников экзамена, то в 2019 году – 57,89 %. Учащимся необходимо было определить изменение среднеквадратичной скорости теплового движения молекул газа при известном изменении его абсолютной температуры. Следует отметить значительный рост качества выполнения задания № 10 в 2019 году: если в 2018 году с ним справились менее половины участников (45,45%), то в текущем году средний процент выполнения задания составил 61,45 %. Учащимся предлагалось определить удельную теплоту плавления твердого вещества известной массы, исходя из графика изменения температуры вещества по мере поглощения им количества теплоты. При этом график включал этапы нагревания вещества в твердом состоянии, плавления и последующего нагревания жидкости. Значительно большая часть учащихся эффективно определила участок, на котором был изображен процесс плавления, и использовала формулу, связывающую количество поглощенного количества теплоты при температуре плавления и массу вещества. В целом средний процент выполнения заданий, проверяющих знание / понимание и применение элементов содержания раздела «Молекулярная физика», превышает 50 %, что свидетельствует об освоении рассматриваемых элементов содержания. В группе учащихся, получивших от 81 до 100 баллов, эффективно применен первый закон термодинамики (средний процент выполнения 95,29 %), использование формулы связи количества теплоты и массы при плавлении вещества характеризуют более низкие результаты (средний процент выполнения 92,94%), при применении основного уравнения МКТ допущено больше ошибок (средний процент выполнения 84,71 %). Аналогичное распределение результатов по степени эффективности характеризует выполнение заданий № 8-10 группами учащихся, получивших от 61 до 80 баллов, а также от минимального до 60 баллов. При этом менее половины выпускников последней группы (48,76 %) выполнили задание на применение основного уравнения МКТ. В группе учащихся, не преодолевших минимально установленный балл, сравнительно более высокие показатели характеризуют качество выполнения задания № 8 на прямое применение формулы, с которым справились 22,22 % участников группы. Десятая часть учащихся (11,11 %) верно определила величину работы внешних сил, используя первый закон термодинамики. Наконец, самым сложным явилось задание, направленное на расчет удельной теплоты плавления, исходя из предложенного графика.

При решении заданий базового уровня № 13-15 на применение основных понятий, закономерностей и законов раздела «Электродинамика» качество выполнения в значительной мере определялось проверяемыми элементами содержания. Значительно возрос уровень выполнения задания № 13, в рамках которого предполагалось использовать принцип суперпозиции электрических полей, а также применить второй закон Ньютона для определения направления ускорения заряда, находящегося в поле действия двух других зарядов. Качество выполнения возросло на 24,19 % и составило 75,33 %. Сравнимые результаты получены участниками при выполнении задания № 15, направленного на проверку усвоения формулы Томсона. Отношение периодов свободных незатухающих колебаний определялось изменением индуктивности катушки. Средний процент выполнения в регионе составил 70,46 %, что ниже показателей 2018 года. Наибольшие сложности у выпускников вызвало задание № 14, проверявшее усвоение элементов содержания темы «Постоянный ток». В экзаменационной работе предлагалось определить напряжение на одном из резисторов в смешанной цепи. Учащиеся, используя величину сопротивления одинаковых резисторов, а также общий ток в цепи, затруднились в определении падения напряжения на резисторе в одной из ветвей параллельной цепи. Средний процент выполнения заданий составил 44,60 %, что не позволяет говорить об освоении рассматриваемых элементов содержания всеми выпускниками. Все группы выпускников, преодолевших минимально установленный порог, справились с заданиями, направленными на проверку усвоения принципа суперпозиции электрических полей – средний процент выполнения составил 70,67 % в группе учащихся, набравших до 60 баллов, 87,50 % в группе учащихся, набравших от 61 до 80 баллов, и 97,65 % в группе выпускников, набравших от 81 до 100 баллов. Значительно большая дифференциация качества подготовки выпускников наблюдается в результатах выполнения заданий № 14 и 15. Так, при решении задания, направленного на проверку усвоения формулы Томсона, в группе участников, набравших от минимального балла до 60 баллов, средний процент выполнения составил 61,52 %, в то время, как в группах выпускников, набравших от 61 до 80 и от 81 до 100 баллов, он составил соответственно 94,27 % и 100 %. При работе с заданием, направленным на проверку усвоения закона Ома для участка цепи и законов параллельного и последовательного соединения проводников, в группе выпускников, набравших от минимального до 60 баллов, средний процент выполнения составил 30,29%, а для учащихся, набравших от 61 до 80 и от 81 до 100 баллов, - 70,83 % и 90,59 %. В группе учащихся, не преодолевших минимально установленный порог, средний процент выполнения заданий не превысил 29,63 % (выполнение задания на применение принципа суперпозиции полей). Наиболее сложным для выпускников данной группы явилось задание на применение законов и закономерностей постоянного тока (средний процент выполнения 7,41 %).

По сравнению с данными 2018 года результаты выполнения заданий, проверяющих качество освоения раздела «Квантовая физика», в 2019 году незначительно снизились. Выпускники испытывали затруднения при работе с фрагментом Периодической системы элементов (задание № 19; средний процент выполнения 70,34 %). Учащиеся допускали ошибки при определении состава ядра атома наиболее распространенного изотопа лития. Более эффективно выполнено задание № 20, в котором выпускники определяли период полураспада, используя график зависимости числа нераспавшихся ядер изотопа от времени (средний процент выполнения 84,22 %). В целом всеми выпускниками, преодолевшими минимально установленный порог баллов, продемонстрировано освоение элементов содержания раздела «Квантовая физика». Средний процент выполнения заданий данного раздела в группах участников экзамена, получивших от 61 до 80 и от 81 до 100 баллов, находится в диапазоне от 91,15 % до 98,82 %. Около трети учащихся (29,63 %), не преодолевших минимально установленный порог баллов, справились с заданием на использование понятия «период полураспада». Как и в других группах, задание на определение состава ядра атома вызвало затруднение у выпускников данной группы – средний процент выполнения составил 14,81 %.

Из трех заданий № 7, 18, 21, предполагавших установление соответствия между графиками и физическими величинами, физическими величинами и формулами, задания, построенные на элементах содержания раздела «Механика» (№ 7) и «Электродинамика» (№ 18), выполнены выпускниками в 2019 году более эффективно, чем в 2018 году. Если в предыдущем году средний процент выполнения задания № 7 на установление соответствия между графиками и кинематическими величинами, характеризующими движение шайбы, скользящей вверх по гладкой наклонной плоскости, составлял 53,41 %, то в текущем году он составил 64,65 %. Следует отметить, что учащиеся всех групп, преодолевших минимально установленный порог баллов, выполнили задание с результатами, превышающими 50 %. Наиболее высоки результаты в группе выпускников, набравших от 81 до 100 баллов – средний процент выполнения составил 99,41 %. Для группы учащихся, набравших от 60 до 81 балла, результаты выполнения (84,90 %) свидетельствуют об отдельных затруднениях при определении принадлежности графика проекции импульса и координаты *у*. Значительно большие затруднения испытали выпускники, набравшие от минимального балла до 60 – средний процент выполнения составил 57,24 %. В то же время среди учащихся, не преодолевших минимально установленный порог баллов, именно данное задание вызвало наибольшие затруднения из перечня заданий, направленных на проверку умения сопоставлять графики и физические величины, средний процент выполнения составил 12,96 % - большинство участников группы ошибочно указали соответствующие графикам физические величины. Качество выполнения задания № 18, построенного на элементах содержания раздела «Электродинамика», значительно возросло: если средний процент его выполнения в 2018 году составил 43,7 %, то в 2019 он увеличился до 64,65 %. Учащимся предлагалось сопоставить физические величины (скорость света в воздухе и в воде) и формулы, по которым их можно рассчитать, используя параметры частоты световой волны, длины волны в воздухе и показателя преломления воды относительно воздуха. Как и для результатов выполнения задания № 7, все выпускники, преодолевшие минимально установленный барьер, справились с ним – средний процент выполнения составил для групп учащихся, набравших до 60, от 61 до 80 и от 81 до 100 баллов, соответственно 58,19 %, 77,08 % и 93,53 %. Максимален и результат выполнения задания среди учащихся, не преодолевших минимально установленный порог – средний процент выполнения составил 27,78 %. Если в 2018 году выпускники справились с выполнением задания № 21 (56,25 %), построенном на элементах содержания раздела «Квантовая физика», то в 2019 году в регионе средний процент его выполнения составил 43,48 %. Учащимся предлагалось сопоставить график и физическую величину в условиях падения пучка монохроматического света на металлическую пластинку и наблюдения явления фотоэффекта. Качество выполнения задания характеризует значительные различия в уровне подготовки выпускников. Так, если для групп учащихся, набравших от 61 до 80 баллов и от 81 до 100 баллов, средний процент выполнения составил 59,38 % и 81,76 %, то результаты выполнения в группе выпускников, получивших от минимального до 60 баллов, составили 33,24 %, для группы участников, не преодолевших минимально установленный балл, – 18,52 %.

Средний процент выполнения заданий повышенного уровня сложности с множественным выбором, построенных на материале различных разделов физики (№ 5, 11, 16, 24), превышает 50%, что свидетельствует о сформированности умения объяснять явления, интерпретировать результаты опытов, представленных в виде графиков. Наиболее высокие показатели характеризуют качество выполнения заданий № 5 и 11. Средний процент их выполнения составил соответственно 78,05 % и 76,16 %. Выпускники эффективно охарактеризовали особенности движения тела известной массы, исходя из графика зависимости проекции скорости этого тела от времени. В задании анализировалось перемещение в определенные промежутки времени, проекция равнодействующей сил, ее направление относительно скорости движения тела, работа силы, кинетическая энергия тела. Учащиеся продемонстрировали навыки интерпретации графика циклического процесса, проведенного с одноатомным идеальным газом, представленного в координатах *V–T*. Выпускники анализировали совершенную за цикл работу газа, а также работу внешних сил, совершенную в отдельных процессах, изменение внутренней энергии в отдельных процессах, изменение макропараметров газа. Больше затруднений вызвали задания, построенные на элементах содержания раздела «Электродинамика». Средний процент выполнения задания №16 составил 58,48 %. Исходя из представленного графика зависимости расстояния между пластинами от времени, учащимся предлагалось охарактеризовать параметры плоского воздушного конденсатора известной емкости, подключенного к источнику постоянного напряжения. Учитывая относительную сложность анализа характеристик конденсатора, осознания физических процессов, происходящих с его электрическим полем, качество выполнения является достаточно высоким. Выпускники анализировали изменение емкости, заряда конденсатора в отдельные промежутки времени, а также характер изменения энергии, напряженности электрического поля между пластинами. Во всех группах подготовки учащихся, преодолевших минимально установленный балл, сформировано умение объяснять явления, интерпретировать результаты опытов, представленных в виде графиков. Так, подавляющее большинство выпускников, набравших от 61 до 80 и от 81 до 100 баллов, полностью справились с заданиями № 5 и 11: в первой группе средние проценты выполнения составили соответственно 91,67 % и 92,71 %, во второй – 98,24 % и 98,82%. Высока результативность выполнения заданий в группе учащихся, набравших количество баллов от минимального до 60 (средний процент выполнения составил соответственно 73,24 % и 68,67%). В группе учащихся, не набравших минимально установленный балл, средний процент выполнения задания № 11, построенного на материале раздела «Молекулярная физика», наиболее высок и близок к половине (46,30 %), что свидетельствует об усвоении отдельных элементов умения интерпретировать графики изопроцессов с применением первого закона термодинамики. Частично учащиеся данной группы справились с заданием № 5 (25,93 %). Как и в других группах подготовки, наиболее сложным для выпускников оказалось задание № 16, требовавшее применение знаний о емкости плоского конденсатора и его характеристиках (средний процент выполнения 12,94%). Максимальные значения выполнения данного задания (88,24%) представлены группой учащихся, набравших от 81 до 100 баллов. Несколько ниже результаты в группе учащихся, набравших от 61 до 80 баллов (79,79 %).

Задание № 24, также направленное на проверку умения объяснять явления, интерпретировать результаты опытов, представленных в виде таблиц, выполнено всеми категориями учащихся на достаточном уровне эффективности. Средний процент выполнения составил 65,60 %, что говорит о сформированности навыка интерпретации табличной информации. Учащимся предлагался анализ таблицы, содержащей сведения о ярких звездах, на основании которой требовалось сделать вывод о средней плотности звезд, принадлежности к главной последовательности, спектральному классу. Следует отметить близкие значения результатов выполнения задания различными группами учащихся. Так, средний процент выполнения заданий в группе выпускников, не преодолевших минимально установленный порог, составил 40,74 %. В группах выпускников, набравших от минимального балла и выше, средний процент выполнения варьируется от 60,00 % для учащихся с низким уровнем подготовки, 77,60% - в группе учащихся, набравших от 61 до 80 баллов, до 86,47 % в группе учащихся с высоким уровнем подготовки. Таким образом, задание незначительно дифференцирует степень подготовки учащихся по уровням.

Все задания базового уровня сложности № 6, 12, 17, направленные на проверку умения анализировать изменение физических величин в процессах, в 2019 году выполнены более эффективно, чем в 2018 году. Результаты свидетельствуют об усвоении умения учащимися региона. Возрос на 3,32 % и достиг 69,93 % средний процент выполнения задания № 6, в котором учащимся необходимо было определить изменение радиуса орбиты и потенциальной энергии спутника при переходе на другую орбиту с уменьшением скорости движения. Все учащиеся, преодолевшие минимально установленный порог баллов, продемонстрировали владение навыками анализа характеристик движения тела в гравитационном поле Земли (средний процент выполнения составил от 67,81 % до 82,94 %). Сравнительно высокие показатели (33,33 %) характеризуют выполнение данного задания в группе учащихся, не набравших минимально установленного количества баллов. Результаты свидетельствуют о сформированности отдельных элементов проведения анализа изменения физических величин на материале раздела «Механика». Более значительна дифференциация результатов выполнения задания № 12, включающего элементы содержания раздела «Молекулярная физика». Средний процент выполнения возрос на 1,54 % и составил 66,31 %. Выпускники продемонстрировали владение навыками анализа изменения КПД и работы газа за цикл для тепловой машины, работающей по циклу Карно при понижении температуры нагревателя и неизменных температуре холодильника и количестве отданной газом теплоты за цикл. Наиболее доступным для выполнения данное задание явилось для учащихся, набравших от 81 до 100 баллов (средний процент выполнения составил 95,29 %). Больше ошибочных выводов сделано учащимися, набравшими от 61 до 80 баллов (средний процент выполнения 83,85 %). Наибольшие трудности вызвало задание у группы учащихся, преодолевших минимально установленный балл и набравших не более 61 балла (57,43 %). Отдельные характеристики работы тепловой машины проанализированы учащимися, не набравшими минимально установленный балл, – средний процент выполнения составил 31,48 %. Учащиеся региона справились с заданием на анализ изменения характеристик движения альфа-частицы по окружности в однородном магнитном поле при уменьшении ее кинетической энергии. Если в 2018 году средний процент выполнения составил 38,64 %, то в 2019 году он возрос до 54,86%. Выпускники проанализировали изменение ускорения частицы и частоты ее обращения. Если для групп учащихся, набравших от 61 до 80 и от 81 до 100 баллов, средний процент выполнения составил соответственно 65,36 % и 82,94 %, то для учащихся, преодолевших минимально установленный балл и набравших до 60 баллов, задание вызвало большие сложности – средний процент выполнения 48,76 %. Для учащихся, не набравших минимально установленный балл, задание явилось наиболее сложным – средний процент выполнения составил 16,67 %. Таким образом, для всех категорий выпускников анализ изменения физических величин в процессах наиболее сложно проводить с опорой на элементы содержания раздела «Электродинамика» (движение заряженных частиц в магнитном поле).

Выполнение заданий базового уровня, направленных на проверку владения основами знаний о методах научного познания, показало, что учащиеся владеют знаниями об условиях проведения физического эксперимента – 83,39 % выпускников верно определили электрические цепи, которые необходимы для проведения исследования зависимости силы тока, протекающего в цепи, от внешнего сопротивления. Учащиеся использовали представленную электрическую схему и таблицу, содержащую характеристики цепи (ЭДС источника, внутреннее сопротивление источника и внешнее сопротивление). Для всех групп подготовки учащихся, набравших минимально установленный балл, качество выполнения задания № 23 высокое и составило от 80,95% в группе учащихся, набравших до 60 балов, 95,31 % в группе учащихся, набравших от 61 до 80 баллов, до 100 % в группе учащихся, набравших от 81 до 100 баллов. Другая составляющая методологических умений, характеризующая навык представления результатов измерений с учетом их погрешностей, недостаточно усвоена. Значительное снижение качества выполнения задания (80,68 % – в 2018 году, 25,27 % – в 2019 году) определяется содержанием задания № 23: учащимся предлагалось определить диаметр проволоки с учетом погрешности по результатам измерения линейкой длины намотки. Если в группе учащихся, набравших от 81 до 100 баллов, качество выполнения составило 55,29 %, что свидетельствует об усвоении навыка, то выпускники других групп подготовки продемонстрировали недостаточный уровень освоения. Если в группе учащихся, набравших от 61 до 80 баллов, с заданием справились 38,02 %, в группе учащихся с низким уровнем подготовки – 17,52 %, то среди выпускников, не набравших минимальное число баллов, никто не выполнил указанное задание.

Сравнивая результаты выполнения заданий повышенного уровня сложности, направленных на проверку уровня сформированности умения решать задачи, следует отметить, что в текущем году отсутствует разница в качестве выполнения заданий с кратким ответом – средний процент выполнения каждой из задач № 25-27 составил от 34,99 % до 37,60 %. Если в 2018 году результаты выполнения задачи № 25, предполагавшей применение одного-двух законов (формул) раздела «Механика», значительно отличались от качества решения задач, построенных на элементах содержания других разделов физики, то в 2019 году средний процент выполнения снизился до 37,60% - около трети участников экзамена верно применили закон сохранения импульса для определения массы снаряда до разрыва на два осколка, разлетевшихся под различными углами к первоначальному направлению. Сходные результаты характеризуют качество решения задачи № 26 на применение законов постоянного тока. 37,13 % выпускников верно применили закон Ома для полной цепи и для участка цепи, а также соотношения для последовательного соединения резисторов. Больше затруднений вызвала задача № 27, в которой участники использовали формулу тонкой линзы и соотношение для увеличения, даваемого линзой. С решением справились 34,99 % выпускников. В целом навык решения задач повышенного уровня сложности сформирован у учащихся, набравших от 61 до 80 баллов (средний процент выполнения составил от 65,63 % до 68,75 %) и от 81 до100 баллов (средний процент выполнения составил от 82,35 % до 87,06 %). В группах учащихся, получивших менее 60 баллов, навык решения задач с применением стандартных алгоритмов не сформирован – максимальный процент выполнения составил 22,10 % в группе учащихся, преодолевших минимально установленный порог баллов. Задание на применение формулы тонкой линзы выполнили лишь 16,57 % выпускников данной группы. Среди участников экзамена, не набравших минимально установленное количество баллов, максимальные показатели характеризуют решение задачи на применение закона сохранения импульса, с которой справились 7,41 % учащихся. Верно использовали законы постоянного тока для решения задачи 3,70 % выпускников данной группы. С заданием на применение формулы тонкой линзы не справился ни один из выпускников с недостаточным уровнем подготовки.

Задания № 28, 29, 31 с развернутым вариантом ответа в 2019 году выполнены эффективнее, чем в 2018 году. Так, средний процент выполнения задания № 28 повышенного уровня сложности, являвшегося качественной задачей, составил 36,06 % (в 2018 году – 5,68 %). Учащимся предлагался циклический процесс, график которого необходимо было представить в координатах p-V, опираясь на законы молекулярной физики, объяснить его построение и определить отношение работ внешних сил в изобарных процессах. В группе выпускников, получивших от 81 до 100 баллов, средний процент выполнения составил 85,49 %. Незначительно ниже качество выполнения задания учащимися в группе от 61 до 80 баллов (69,27 %). Остальные группы подготовки затруднились в выполнении задания. Если в группе выпускников средний процент выполнения составил 18,73 %, то среди учащихся, не преодолевших минимально установленный порог, никто не справился с решением качественной задачи. Следует отметить, что все задания части с развернутым вариантом ответа как повышенного, так и высокого уровня сложности, учащимися, не набравшими минимально установленного количества баллов, не выполнены.

Допущенные учащимися при решении задачи № 28 ошибки можно условно разделить на несколько групп. К первой группе относятся логические ошибки, связанные с обоснованием изопроцессов цикла. Так, при объяснении построения графика в новых осях участники подробно обосновывали участки изохорного процесса, но при обосновании участков изобарного нагревания и охлаждения не приводили доказательств. В одних случаях указывалось, что выводы сделаны «по аналогии с предыдущим участком», в других – приводилось лишь указание на изобарный процесс без дополнительных обоснований. Выпускники затруднялись в обосновании изобарного процесса – не ссылались на прямую пропорциональную зависимость объема от температуры. Следует отметить, что в ряде работ участниками вообще не указывались названия процессов: анализировалось изменение двух параметров (объема и температуры), исходя из которых на основании уравнения Менделеева-Клапейрона или универсального газового соотношения (с учетом постоянной массы газа) определялось изменение давление, что позволяло по точкам выстроить график. Вторая группа ошибок связана с неверным определением одного или нескольких изопроцессов или неверным графическим изображением цикла в координатах *p-V*. При этом в некоторых работах для одного из изобарных процессов допускалось ошибочное изображение, для второго осуществлялось верное изображение. Третья группа ошибок характеризовала недостаточное обоснование способа определения работы на двух указанных в задании участках. Так, учащиеся без дополнительных объяснений представляли числовое значение, предваряя его фразой «Из графика следует…» или «Очевидно…». Наконец, четвертая группа ошибок характеризовалась неверным способом определения работы на каждом из участков. Так, в ряде работ учащиеся использовали геометрический смысл работы, но указывали на график в осях *V–T*. Незначительное количество работ содержало ошибки математического характера, а также ошибки в записи законов (неверная пропорциональная зависимость для изопроцессов, отсутствие знака изменения объема в формуле работы, ошибки в записи уравнения Менделеева-Клапейрона).

Четыре задания высокого уровня сложности № 29-32 являлись расчетными задачами, направленными на проверку умения использовать физические законы и теории в измененной или новой ситуации. По сравнению с 2018 годом качество выполнения задания № 29, построенного на элементах содержания раздела «Механика», в 2019 году выросло. Средний процент выполнения составил 28,75 % (в 2018 году – 5,68 %). Учащимся предлагалось определить силу, с которой шар, полностью погруженный в жидкость, действует на нить, а также сделать схематический рисунок с указанием сил, действующих на шар. Из всех заданий высокого уровня сложности именно данное задание имело наиболее высокие показатели качества выполнения в группе учащихся, набравших от 81 до 100 баллов: средний процент выполнения составил 87,84 %. Выпускники, получившие от 61 до 80 баллов, допускали ошибки математического характера, а также физические недочеты (средний процент выполнения составил 54,69 %). Минимальное количество учащихся, преодолевших минимально установленный порог и набравших до 60 баллов, выстроили модель решения задачи – средний процент выполнения составил 11,94 %. Основными ошибками, допущенными в большей части работ, являлось неверное указание сил, действующих на шар, а также отсутствие записи третьего закон Ньютона. При расстановке действующих на шар сил выпускники указывали, наряду с силой тяжести и силой Архимеда, силу натяжения нити, которую и считали неизвестной. Такой ошибочный вывод приводил к отсутствию необходимости использовать третий закон Ньютона. В других случаях учащиеся не указывали на наличие силы реакции опоры или направляли ее в противоположном направлении (от шара в стенку). Как следствие, второй закон Ньютона, запись которого была необходима для решения задачи, представлялся учащимися ошибочно. При отсутствии указания на действие силы реакции стенки учащиеся допускали ошибку, но ответ получали верный, так как проекция сил, действующих на шар, на вертикальную ось, позволявшая определить силу натяжения нити, не содержала в себе силы реакции стенки. Вторая ошибка, связанная с отсутствием записи третьего закона Ньютона, характеризовала недостаточное понимание смысла взаимодействия сил – силу натяжения подменяли силой, с которой шар действует на нить. В некоторых работах отмечена ошибка, связанная с противоположным направлением силы натяжения нити и силы, с которой нить действует на тело: учащиеся заменяли силу натяжения нити нужной для решения задачи величиной, но дополнительно вносили знак «–», что приводило к неверному ответу. Еще одна группа ошибок, традиционно встречающаяся в работах выпускников, состояла в неверном указании проекции силы натяжения нити на оси (учащиеся путали синус и косинус угла между направлением нити и вертикалью).

Средний процент выполнения задания № 30, построенного на элементах содержания раздела «Молекулярная физика», в 2019 году составил 22,66 %, что ниже результатов выполнения в 2018 году (37,50 %). В задании предлагалось определить время, необходимое для работы увлажнителя, для установления указанной величины относительной влажности воздуха в комнате. С заданием справилась лишь группа учащихся, набравших от 81 до 100 баллов: средний процент выполнения составил 85,88 %. В группе выпускников, набравших от 61 до 80 баллов, средний процент выполнения достиг 47,22 %, учащиеся, преодолевшие минимально установленный порог баллов и набравшие до 60 баллов, справились с отдельными элементами задания (средний процент выполнения составил 4,51 %). Основную трудность при выполнении задания составило понимание физического смысла производительности увлажнителя и в целом основ его работы. Как следствие, выпускники затруднялись в записи соотношения для относительной влажности в комнате до и после работы увлажнителя. Среди ошибок, допущенных большинством выпускников, следует назвать неверное определение молярной массы вещества и неверная запись формулы для производительности увлажнителя. При работе со справочными данными учащиеся, получив верное физически и математически соотношение, при подстановке численных данных использовали величину молярной массы воздуха вместо молярной массы воды. Учащиеся воспринимали как синонимы словосочетания «влажный воздух» и «воздух». Единичные работы содержали неверную запись величины температуры – учащиеся не переводили градусы Цельсия в градусы Кельвина. Вместе с тем, следует отметить, что выпускники, справившиеся с решением задачи, предлагали верные альтернативные варианты определения искомой величины. Так, в ряде работ исходным условием для построения модели решения становилось увеличение массы водяного пара в воздухе или числа молекул. В других вариантах решения учащиеся исходили из увеличения давления водяного пара. Учащиеся составляли пропорции, характеризующие увеличение массы пара. Нередко изначально верное решение приводило к ошибкам. Так, учащиеся учитывали, что давление в помещении создавал как водяной пар, так и воздух. Учитывая, что давление воздуха не менялось, на решение учет указанного параметра влиять не должен был. Но учащиеся допускали ошибку в рассуждениях, что приводило к возникновению несокращаемого с позиции выпускника слагаемого, препятствующего получению верного ответа. В целом предложенные учащимися альтернативные варианты решения свидетельствуют об умении учащихся применять известные соотношения в новых условиях.

Средний процент выполнения задания № 31 составил в 2019 году 21,63 %, что превысило показатели предыдущего года, составлявшие 9,47 %. Значительный рост связан в большей степени со спецификой предложенного выпускникам задания. Учащимся необходимо было определить отношение заряда шарика на нити к его массе при его вращении в магнитном поле и сделать рисунок действующих на шарик сил. В группе выпускников, набравших от 81 до 100 баллов, средний процент выполнения максимален и составляет 85,10 %. Справились с заданием, допустив математические ошибки и отдельные физические, выпускники, набравшие от 61 до 80 баллов (средний процент выполнения составил 44,97 %). Отдельные элементы решения представлены в работах выпускников, преодолевших минимально установленный балл (средний процент выполнения 4,51 %). Решение задачи предполагало использование элементов содержания раздела «Электродинамика» и «Механика». Исходя из условия задачи, ее решение не предполагало альтернативных вариантов. Выпускники, верно указав две из трех действующих сил и направление ускорения, в большинстве работ затруднились в определении направления силы Лоренца. Прежде всего, это определялось трудностью пространственного восприятия рассматриваемых векторов (скорости шарика, вектора магнитной индукции и непосредственно силы Лоренца). Возникшую в результате подобного решения ошибку учащиеся не могли отследить, так как задача содержала лишь параметры, без числовых данных. В отдельных случаях отмечалась уже ранее указанная ошибка в определении проекции силы натяжения нити на координатные оси, а также возникали затруднения в определении радиуса окружности, по которой вращался шарик. Среди физических ошибок можно назвать отсутствие учета силы тяжести и натяжения нити – учащиеся указывали лишь одну силу Лоренца, выстраивая решение с ее учетом. Другим примером физических ошибок являлось непонимание разницы между синусом угла в формуле силы Лоренца и в проекции силы натяжения нити – учащиеся рассматривали их как единый угол, включая в преобразования и приходя к неверному соотношению. В единичных случаях учащиеся подменяли конический маятник математическим, применяя не соответствующие условию соотношения.

Наиболее низкие показатели, сравнимые с результатами предыдущего года, характеризуют выполнение задания № 32. Как и в 2018 году, в 2019 году средний процент выполнения составил 10,12 %. Задача была построена на элементах содержания раздела «Квантовая физика». Если в группе учащихся с высоким уровнем подготовки средний процент выполнения составил 50,59 %, то учащиеся, набравшие от 60 до 81 балла, лишь частично справились с заданием (средний процент выполнения 16,32 %). Отдельные работы выпускников, набравших от минимального балла до 60, характеризует запись необходимых для решения элементов – средний процент выполнения составил 2,10 %. Учащимся предлагался график зависимости силы тока от напряжения между анодом и катодом, на поверхность которого падало монохроматическое излучение известной мощности, на основании чего требовалось определить частоту падающего света с учетом того, что определенная часть фотонов выбивала электрон. Своеобразие задачи состояло в том, что представленное в тексте явление фотоэффекта и его закономерности использовались лишь в качестве вспомогательных параметров – из графика должна была использоваться величина тока насыщения. Учащиеся, недостаточно глубоко понимая суть описываемых процессов, представляли варианты моделей решения, не соответствующие заявленным условиям. Среди видов ошибок наиболее часто встречалась неверная интерпретация соотношения числа фотонов и выбиваемых электронов. Учащиеся затруднялись в применении условия об их соотношении в процессе записи необходимых формул. Второй вид ошибок был связан с использованием данных, представленных с помощью графика. Указанные данные использовались для интерпретации формулы мощности, записываемой через произведение тока и напряжения. В других случаях данные графика использовались для интерпретации уравнения Эйнштейна для фотоэффекта, при этом энергия излучения подменялась работой выхода или кинетической энергией электронов. Еще один вид ошибок связан со смешением понятий «перенесенный заряд между анодом и катодом» и «заряд электрона». В ряде решений учащиеся, не полностью осознавая суть задачи, пытались повторить решение, предложенное в демонстрационной версии ЕГЭ 2019 года, как следствие, допускали ошибки в записи основных соотношений, но приходили к верному ответу.

4.3. Характеристики выявленных сложных для участников ЕГЭ заданий с указанием типичных ошибок и выводов о вероятных причинах затруднений при выполнении указанных заданий.

Все элементы содержания раздела «Механика», проверяемые в экзаменационной работе, усвоены выпускниками 2019 года (средний процент выполнения составил от 62,63 % до 94,42 %). Относительная трудность задания № 1 определяется, во-первых, тем, что представленный график представлял зависимость изменения расстояния между телами с течением времени, а не пути, пройденного определенным телом. Во-вторых, учащиеся должны были связать графическую зависимость с понятием скорости определенного тела, в то время как в задании речь шла о движении двух тел относительно друг друга. Несмотря на базовый уровень сложности задания, учащимся требовалось использовать целый комплекс знаний, характеризующих механическое движение тел. Таким образом, уровень трудности определялся и формой представления задания, и особенностями элементов содержания, проверяемых в рамках задания № 1.

Все проверяемые элементы содержания раздела «Молекулярная физика» усвоены учащимися. Затруднения, возникшие при выполнении задания № 8, определяются, прежде всего, методическими особенностями введения понятий «среднеквадратичная скорость», «квадрат средней скорости» – учащиеся ошибочно воспринимают их как синонимичные словосочетания. Как следствие, в процессе применения основного уравнения МКТ выпускниками допускается математическая ошибка, вызванная недостаточным осознанием участниками статистического смысла понятия «среднеквадратичная скорость».

Средние показатели характеризуют уровень освоения элементов содержания раздела «Электродинамика». Наибольшую трудность вызвало задание на комплексное применение законов постоянного тока – закон Ома для участка цепи, характеристики последовательного и параллельного участка. Выпускники не только должны были использовать прямую формулу закона Ома, но и закономерности для параллельно соединенных ветвей. Низкое качество выполнения определялось необходимостью логического выстраивания действий по определению падения напряжения на одном из участков разветвленной части цепи. Несмотря на то, что, исходя из концентрического принципа изучения физики, рассматриваемые элементы содержания темы «Постоянный ток» изучены учащимися дважды – на уровне основной и старшей школы, сложность задания определила необходимость построения цепочки логических рассуждений для расчета параметров электрической цепи.

Несмотря на то, что средний процент выполнения всех заданий, проверяющих качество освоения элементов содержания раздела «Квантовая физика», превышает 70 %, более низкие показатели характеризуют применение знаний о строении ядра атома и использование Периодической системы элементов. 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.

Среди заданий, предполагавших установление соответствия между графиками и физическими величинами, наибольшую сложность вызвало выполнение задания № 21 на сопоставление графика и физической величины. Учащиеся допускали ошибки в определении зависимости энергии от длины волны, а также энергии от частоты падающего света. Среди причин допущенных учащимися ошибок можно назвать, во-первых, методические: в образовательной деятельности по физике относительно редко представляют и анализируют зависимость энергии от длины волны света в процессе изучения характеристик фотонов. Недостаточно внимания уделяется и графической интерпретации условий возникновения явления фотоэффекта. Во-вторых, учащиеся испытывают затруднения в процессе самостоятельной интерпретации физических явлений и процессе по их переводу в графическую форму. В-третьих, рассматриваемые элементы содержания вводятся лишь на этапах окончания процесса изучения курса физики старшей школы.

Выпускники продемонстрировали достаточный уровень сформированности умения объяснять явления, представленные в виде графиков. При этом трудность определялась элементами содержания, на которых выстраивалось задание. Если анализ циклических тепловых процессов доступен большинству выпускников, выполнен учащимися с высоким уровнем подготовки эффективно, то аналогичное задание, предполагающее анализ процессов, происходящих с характеристиками плоского воздушного конденсатора, вызывает затруднения у всех категорий выпускников. Сходные трудности возникают при выполнении заданий, направленных на проверку умения анализировать изменение физических величин в процессах. Учащиеся на достаточном уровне эффективности справились с заданиями. При этом качество выполнения в значительной мере зависит от того, на каких элементах содержания оно выстроено. Если анализ параметров механических и термодинамических систем для учащихся всех уровней подготовки более прост, то при анализе характеристик заряженных частиц в магнитном поле у выпускников возникают затруднения. Причина указанных различий определяется недостаточным уровнем наглядности процесса движения частиц, характеристик плоского конденсатора, а также абстрактностью понятия «магнитное поле», «электрическое поле конденсатора», «энергия электрического поля».

Комплекс измерительных навыков, являющихся важной составляющей методологических умений учащихся, сформирован у выпускников 2019 года частично. Наибольшую сложность для выпускников составила запись погрешностей измерения линейкой длины намотки проволоки. Учащиеся продемонстрировали недостаточный уровень понимания зависимости погрешности измерения от способа проведения измерения. Причина возникших затруднений заключается в особенностях методического подхода к формированию практических навыков учащихся – все предлагаемые в образовательной деятельности лабораторные работы и опыты выполняются с заранее заданным перечнем оборудования, целями, описанием этапов выполнения. Отсутствие необходимости выбирать метод измерения, приборы и устройства приводит к искажению представлений о погрешности измерения, целях и способах ее уменьшения. Как следствие, в новой ситуации, представленной в задании экзаменационной работы, учащиеся допустили значительные ошибки.

Результаты выполнения заданий на проверку умения решать задачи с применением стандартных алгоритмов в 2019 году ниже по всем заданиям с кратким ответом повышенного уровня сложности. Затруднения, возникшие у выпускников при решении задачи № 25, предполагавшей использование закона сохранения импульса, определяются необходимостью переходить от векторной записи закона сохранения импульса к проекциям. При незначительной сложности задачи № 26 стандартные алгоритмы применения законов постоянного тока требовали первоначального логического выстраивания хода решения задачи, что стало препятствием для эффективного применения законов и закономерностей. Возможные затруднения при решении задачи № 27 связаны с математическими трудностями в применении формулы тонкой линзы – выражение физической величины выступает препятствием к получению верного ответа, о чем свидетельствуют более высокие результаты выполнения данной задачи выпускниками с высоким уровнем подготовки – при сформированных математических приемах выражения физических величин уровень качества решения у учащихся выше.

Наиболее распространенные в регионе УМК по физике Мякишева Г.Я. и др. базового уровня и Мякишева Г.Я. углубленного уровня отличаются научностью, последовательностью изложения материала, содержат примеры решения задач. Так как доля общеобразовательных организаций, использующих другие УМК, статистически не велика, не представляется возможным сделать вывод об эффективности учебно-методических комплектов. Но следует подчеркнуть, что наиболее высокий средний балл характеризует тех учащихся, которые в образовательной деятельности использовали УМК Генденштейна Л.Э. «Физика 10-11. Углубленный уровень» (67,10 %) и УМК Кабардина О.Ф. и др. «Физика 10-11. Углубленный уровень» (70,13 %). Доля учащихся, набравших более 81 балла, среди выпускников, обучавшихся по указанным УМК, наибольшая и составляет 25 %. Для УМК Мякишева Г.Я. и др. практически различия в среднем балле между учащимися, изучавшими физику на базовом и на профильном уровнях незначительна. Но доля выпускников, набравших более 81 балла, среди учащихся, использовавших УМК Мякишева Г.Я. углубленного уровня, составляет 14,11 %, базового уровня – 6,42 %. Следует отметить, что ряд затруднений, выявленных у учащихся, характеризует навыки, формируемые в основной школе (анализ физических зависимостей величин, методологические основы проведения измерения, основы погрешностей измерения, решение задач повышенного и высокого уровня сложности), следовательно, значительную роль играет выбор УМК для основной школы. Таким образом, необходим анализ выбора УМК на уровне основного общего образования, позволяющего у учащихся эффективно формировать данные умения.

**ВЫВОДЫ:**

В целом можно считать достаточным усвоение всеми выпускниками, выполнявшими экзаменационную работу по физике, элементов содержания разделов «Механика», «Молекулярная физика», «Квантовая физика». Наиболее высокие показатели характеризуют усвоение зависимостей для механических систем: закономерности для кинематических характеристик при прямолинейном равномерном движении, зависимость силы трения от силы нормального давления, второй закон Ньютона, зависимость для кинетической и потенциальной энергии, периода свободных колебаний от длины нити. Среди элементов содержания раздела «Молекулярная физика» достаточный уровень усвоения характеризует применение первого закона термодинамики, изопроцессы в газах, количество теплоты при плавлении вещества. Высокие показатели характеризуют освоение следующих элементов содержания раздела «Электродинамика»: принцип суперпозиции электрических полей, формула Томсона. Усвоены всеми выпускниками на достаточном уровне следующие элементы содержания раздела «Квантовая физика»: период полураспада. Среди умений и видов деятельности, проверяемых КИМ ЕГЭ по физике в 2019 году, усвоены на достаточном уровне всеми участниками в регионе следующие: знание (понимание) смысла физических понятий, величин, законов, умение описывать и объяснять физические явления и свойства тел, интерпретировать результаты опытов, представленные в виде графиков и таблиц; анализировать изменение физических величин в процессах; делать выводы на основе экспериментальных данных, приводить примеры, показывающие, что эксперимент является основой для выдвижения гипотез и теорий и позволяет проверить истинность теоретических выводов, физическая теория дает возможность объяснять известные научные факты.

Выпускники, набравшие от 81 до 100 баллов, продемонстрировали освоение всех проверяемых элементов содержания, умений и видов деятельности на базовом, повышенном и высоком уровне сложности. В группе учащихся, набравших от 61 до 80 баллов, усвоены все элементы содержания, умения и виды деятельности на базовом и повышенном уровнях сложности; нельзя считать достаточным уровень сформированности решения задач высокого уровня сложности, а также умения представлять результаты измерений с учетом их погрешностей. Выпускники, получившие от минимального до 60 баллов, продемонстрировали недостаточный уровень освоения следующих элементов содержания: основное уравнение МКТ, законы постоянного тока, конденсатор и его свойства, движение заряженных частиц в магнитном поле, энергия фотона, зависимость энергии электрона от частоты падающего света; недостаточен уровень сформированности методологических умений, решение задач повышенного и высокого уровня сложности. В группе учащихся, не преодолевших минимально установленный порог баллов, отсутствуют элементы содержания, освоенные на достаточном уровне всеми участниками. Вместе с тем, отдельные задания имеют средний процент выполнения, близкий к 50%. Учащиеся с недостаточным уровнем подготовки показали владение отдельными элементами содержания (изопроцессы, первый закон термодинамики, характеристики звезд) и умениями (интерпретировать информацию, представленную в виде графиков и таблиц).

Сравнение результатов выполнения заданий базового уровня, проверяющих знание и понимание физических понятий, законов и закономерностей, в 2018 и 2019 году, показывает относительное сохранение качества владения элементами содержания раздела «Механика», «Молекулярная физика», «Квантовая физика». Значительный рост характеризует качество выполнения заданий на применение принципа суперпозиции полей. Учащиеся продемонстрировали более высокий уровень владения умениями устанавливать соответствие между графиками и физическими величинами. Следует отметить относительный рост качества решения заданий с развернутым вариантом ответа (качественной задачи и расчетных задач, построенных на элементах содержания разделов «Механика», «Молекулярная физика, «Электродинамика»). Средний процент выполнения в 2019 году по сравнению с результатами 2018 года вырос и превысил 50 % для заданий № 4, 10, 17, 18. Значительное снижение качества выполнения характеризует задание на применение основного уравнения МКТ, законов постоянного тока. Средний процент выполнения в 2019 году снизился и не достиг 50 % в отличие от результатов 2018 года для заданий № 14, 21, 22, 25.

Среди направлений совершенствования организации обучения физике следует выделить необходимость реализации пропедевтических курсов для учащихся 5-6 классов «Введение в естественнонаучные предметы», а также использование современных УМК по физике в основной школе, позволяющих формировать физическое мышление учащихся, навыки решения задач повышенного и высокого уровня сложности. Важную роль следует уделить выбору современных технологий преподавания физики, среди которых технология «перевернутого класса», технология проблемного обучения, STEM-технология, технология сотрудничества. В процессе совершенствования методики преподавания физики важный акцент необходимо сделать на широком введении рефлексивных приемов в урочной деятельности, позволяющих учащимся самостоятельно определять границу собственного знания, индивидуальные учебные дефициты и достижения. Для повышения качества формирования навыка решения задач необходимо системное применение принципа типовых учебных ситуаций, позволяющего учащимся освоить решение задач на использование самостоятельного алгоритма решения, комбинирования изученных алгоритмов и перейти к выбору собственного алгоритма в новой ситуации. Следует обратить внимание на широкое использование критериального оценивания учащимися образовательной деятельности по физике, а также более широкому применению заданий различного уровня сложности с развернутым ответом, предполагающим обоснование выбора метода решения, теоретических основ, подробным математическим выводом физических зависимостей.

Учитывая широкий спектр внешних оценочных процедур, позволяющих оценить динамику учебных достижений по физике, следует обратить внимание на диагностику уровня формирования практических и экспериментальных навыков учащихся, а также методологических приемов деятельности, формируемых в основной школе.

# Раздел 5. РЕКОМЕНДАЦИИ (для системы образования субъекта РФ):

1. ГАУДПО МО «Институт развития образования»:
* включить в содержание дополнительной профессиональной программы повышения квалификации учителей и преподавателей физики вопросы методики формирования у учащихся практических и экспериментальных навыков, приемов построения модели физического эксперимента, опыта, способов оценки погрешности измерения, построения модели решения качественных и расчетных задач по физике;
* проанализировать взаимосвязь реализуемых на уровне основного общего и среднего общего образования УМК и результативность выполнения учащимися ЕГЭ по физике.
1. 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;
* включить в число вопросов для обсуждения на уровне муниципальных методических объединений учителей физики методические особенности изучения тем «Законы постоянного тока», «Введение понятий «электрическое поле» и «магнитное поле» в курсе физики основной школы», «Решение комплексных задач по физике»;
* организовать проведение мастер-классов для учителей физики по овладению технологией «перевернутого класса», STEM-технологией, методом типовых ситуаций;
* организовать процедуру обсуждения и коррекции рабочих программ с учетом выявленных дефицитов учащихся при выполнении экзаменационной работы.

3. Руководителям образовательных организаций:

* рассмотреть возможности организации классов углубленного изучения физики на уровне основного общего образования;
* при планировании части учебного плана, формируемого участниками образовательных отношений, на уровне среднего общего образования рекомендуется включить межпредметные курсы, направленные на изучение приемов и способов решения прикладных математических задач (решение треугольника в физических задачах, действия с векторами при решении физических задач; математическое преобразование выражений при анализе физических зависимостей);
* оснастить кабинеты физики демонстрационным аналоговым оборудованием для проведения фронтальных демонстраций и опытов, лабораторным оборудованием для формирования и развития практических навыков учащихся;
* при планировании проектной и исследовательской деятельности учащихся учитывать необходимость интеграции физики и других естественнонаучных дисциплин;
* 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.

4. 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 учащимися 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 не только стандартных алгоритмов, но и 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, диаграммах, текстах, схемах;
* в процессе обучения использовать приемы дифференцированного обучения, обращая внимание на различие в методах сопровождения учащихся в зависимости от уровня их подготовки; 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;
* проанализировать эффективность используемых на уровне основного общего образования УМК по физике и их возможностей в формировании базовых приемов и способов деятельности, отвечающих современному уровню требований.

# Раздел 6. АНАЛИЗ ПРОВЕДЕНИЯ ГВЭ-11

6.1. Количество участников ГВЭ-11

*(при отсутствии соответствующей информации в РИС заполняется на основании данных ОИВ)*

*Таблица 16*

|  |  |
| --- | --- |
|  | **Количество** |
| **Всего участников ГВЭ-11 по предмету** | 0 |
| Из них:Обучающиеся по образовательным программам среднего общего образования в специальных учебно-воспитательных учреждениях закрытого типа, а также в учреждениях, исполняющих наказание в виде лишения свободы | 0 |
| Обучающиеся, получающие среднее общее образование в рамках освоения образовательных программ среднего профессионального образования, в том числе образовательных программ среднего профессионального образования, интегрированных с образовательными программами основного общего и среднего общего образования | 0 |
| Обучающиеся с ОВЗ, в том числе: | 0 |
| * с нарушениями опорно-двигательного аппарата
 | 0 |
| * глухие, слабослышащие, позднооглохшие
 | 0 |
| * слепые, слабовидящие, поздноослепшие, владеющие шрифтом Брайля
 | 0 |
| * участники ГИА с задержкой психического развития, обучающиеся по адаптированным основным образовательным программам
 | 0 |
| * участники ГИА-11 с тяжёлыми нарушениями речи
 | 0 |
| * участники ГИА-11 с расстройствами аутистического спектра
 | 0 |
| * иные категории лиц с ОВЗ (диабет, онкология, астма, порок сердца, энурез, язва и др.).
 | 0 |

6.2. Количество участников ГВЭ-11 по предмету по АТЕ региона

*Таблица 17*

| АТЕ | Количество участников ГВЭ-11 по учебному предмету | % от общего числа участников ГВЭ-11 в регионе |
| --- | --- | --- |
| всего | в письм. форме | в устной форме | всего | в письм. форме | в устной форме |
| - | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

6.3. Результаты ГВЭ-11 по предмету

*Таблица 18*

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | «2» | «3» | «4» | «5» |
| Количество участников ГВЭ-11, получивших соответствующую отметку по предмету | 0 | 0 | 0 | 0 |

6.4. Рекомендации по ГВЭ-11[[2]](#footnote-2):

6.4.1 – предложения по совершенствованию процедуры проведения ГВЭ-11;

6.4.2 – предложения по совершенствованию КИМ ГВЭ-11 в соответствии с категориями участников, а именно:

1. Обучающиеся по образовательным программам среднего общего образования в специальных учебно-воспитательных учреждениях закрытого типа, а также в учреждениях, исполняющих наказание в виде лишения свободы
2. Обучающиеся, получающие среднее общее образование в рамках освоения образовательных программ среднего профессионального образования, в том числе образовательных программ среднего профессионального образования, интегрированных с образовательными программами основного общего и среднего общего образования
3. Обучающиеся с ОВЗ, дети-инвалиды и инвалиды (с нарушениями опорно-двигательного аппарата, слабослышащие и позднооглохшие, cлепые, слабовидящие и поздноослепшие, владеющие шрифтом Брайля, глухие, с задержкой психического развития, обучающиеся по адаптированным основным образовательным программам, с тяжёлыми нарушениями речи)
4. Обучающиеся с ОВЗ, дети-инвалиды и инвалиды (с расстройствами аутистического спектра).

**Предложения в ДОРОЖНУЮ КАРТУ по развитию региональной
системы образования по физике**

# Анализ эффективности мероприятий, указанных в предложениях в Дорожную карту по развитию региональной системы образования на 2018 г.

*Таблица 19*

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № | Название мероприятия | Показатели(дата, формат, место проведения, категории участников) | Выводы по эффективности |
| 1 | Проведение вебинара «Подготовка к ГИА по физике в 2018/2019 учебном году на основе результатов предметно-содержательного анализа результатов ГИА по физике в Мурманской области» | Сентябрь 2018 г.; региональный вебинар; проведение на базе ГАУДПО МО «ИРО» для учителей и преподавателей физики | Предложение в изменение методики преподавания физики относительно наиболее сложных для восприятия учащимися тем; сокращение числа ошибок, допущенных в экзаменационной работе учащимися в 2019 году, связанных с границами применимости законов |
| 2 | Заседание регионального УМО учителей физики «Совершенствование качества преподавания физики на основе предметно-содержательного анализа результатов ГИА по физике» (ГАУДПО МО «ИРО») | Октябрь 2018 г.; обсуждение типичных ошибок, допущенных учащимися, и предложения в деятельность муниципальных методических служб по их преодолению; проведение на базе ГАУДПО МО «ИРО» для учителей и преподавателей физики – членов регионального УМО | Разработка плана деятельности муниципальных методических служб, сопровождающих деятельность учителей физики |
| 3 | Семинар с использованием ВКС для учителей и преподавателей физики «Эффективные практики реализации программы учебного предмета «Астрономия» | Октябрь 2018 г.; выступления и мастер-класс для учителей и преподавателей физики на базе ГАУДПО МО «ИРО» | Повышение качества выполнения заданий, построенных на элементах содержания раздела «Элементы астрономии»; «Механика» |
| 4 | Семинар для учителей физики «Формирование инженерного мышления учащихся на уроках физики в условиях введения и реализации ФГОС ООО»  | Декабрь 2018 г.; демонстрация мастер-классов и открытых уроков для учителей и преподавателей физики на базе филиала НВМУ (г. Мурманск) (по инициативе ГАУДПО МО «ИРО») | Развитие у учителей навыков использования современного оборудования для проведения лабораторных работ, опытов, фронтальных демонстраций |
| 5 | Семинар для учителей общеобразовательных организаций «Метапредметные технологии как средство повышения качества образования» | Декабрь 2018 г.; мастер-класс для учителей общеобразовательных организаций на базе ГАУДПО МО «ИРО» | Обучение навыкам применения метапредметных технологий, способствующих формированию познавательных УУД учащихся на уроках |
| 6 | Семинар для учителей физики «Эффективные приемы и методы формирования практических навыков учащихся на уроках физики»  | Декабрь 2018 г.; проведение мастер-класса и открытых уроков педагогами, демонстрирующими высокий уровень достижений учащихся; для учителей и преподавателей физики на базе МБОУ г. Мурманска «Гимназия № 8» (по инициативе ГАУДПО МО «ИРО») | Обучение учителей методическим приемам введения базовых понятий и законов физики; снижение числа ошибок, допущенных выпускниками в ходе итоговой аттестации, по применению основных понятий и законов |
| 7 | Разработка и реализация программы курсов повышения квалификации учителей физики по дополнительной профессиональной программе «Контрольно-оценочная деятельность учителя»  | Март 2019 г.; лекции, мастер-классы и практические занятия для учителей физики на базе МБОУ г. Мурманска СОШ № 31 (по инициативе ГАУДПО МО «ИРО») | Обучение учителей физики методике введения критериального оценивания в практику деятельности; повышение качества представления развернутых вариантов ответа в качественной задаче |
| 8 | Круглый стол «Особенности подготовки учащихся к государственной итоговой аттестации по физике»  | Март 2019 г.; круглый стол для учителей и преподавателей физики на базе ГАУДПО МО «ИРО» | Повышение качества итогового повторения содержания учебного предмета |
| 9 | Семинар «Эффективные модели формирования исследовательских навыков учащихся на уроках и во внеурочной деятельности по физике» с участием АО «Издательство «Просвещение» | Апрель 2019 г.; выступления методистов издательства, мастер-класс для учителей и преподавателей физики на базе ГОБУК «Мурманская государственная областная универсальная научная библиотека» (по инициативе ГАУДПО МО «ИРО») | Анализ учителями критериев и показателей выбора УМК, способствующих формированию практических навыков учащихся |
| 10 | Семинар для учителей общеобразовательных организаций «Технологии формирования УУД на уроках» | Апрель 2019 г.; выступления и мастер-классы для учителей общеобразовательных организаций на базе ГАУДПО МО «ИРО» | Знакомство с опытом межпредметного взаимодействия в общеобразовательных организациях |
| 11 | Анализ результатов ВПР по физике в Мурманской области в 2019 году  | Май 2019 г.; аналитическая справка для специалистов ММС, учителей физики (ГАУДПО МО «ИРО») | Информирование об особенностях формирования специальных умений учащихся 7 классов, 11 классов |
| 12 | Организация индивидуальных консультаций для учителей физики | В течение года; индивидуальные консультации для учителей и преподавателей физики на базе ГАУДПО МО «ИРО» | Методическое сопровождение учителей и преподавателей физики в период подготовки к итоговой аттестации |

# Работа с ОО с аномально низкими[[3]](#footnote-3) результатами ЕГЭ 2019 г.

**2.1. Повышение квалификации учителей в 2019/2020 уч. г.**

*Таблица 20*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Тема программы ДПО(повышения квалификации) | Перечень ОО, учителя которых рекомендуются для обучения по данной программе |
| 1 | Развитие качества физического образования | Для учителей и преподавателей физики образовательных организаций |
| 2 | Проектирование индивидуальных образовательных маршрутов учащихся в сфере инженерного и естественнонаучного образования | Для учителей и преподавателей физики образовательных организаций, учителей физики общеобразовательных организаций, демонстрирующих низкие результаты ЕГЭ |
| 3 | Развитие качества преподавания общеобразовательных дисциплин физико-математического цикла | Для преподавателей физико-математического цикла профессиональных образовательных организаций |
| 4 | Методика проверки заданий с развернутым вариантом ответа КИМ ЕГЭ по физике | Для кандидатов в эксперты предметных комиссий ЕГЭ по физике, учителей физики, демонстрирующих низкие результаты выполнения ЕГЭ |

# 2.2. Планируемые меры методической поддержки изучения учебных предметов в 2019/2020 уч. г. на региональном уровне

*Таблица 21*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Дата*(месяц)* | Мероприятие*(указать тему и организацию, которая планирует проведение мероприятия)* |
| 1 | Сентябрь 2019 г. | 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») |
| 2 | Октябрь 2019 г. | Заседание регионального УМО учителей и преподавателей физики «Совершенствование качества преподавания физики на основе предметно-содержательного анализа результатов ГИА по физике» (ГАУДПО МО «ИРО») |
| 3 | Ноябрь 2019 г. | 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») |
| 4 | Декабрь 2019 г. | Семинар на базе ОО, демонстрирующей стабильно высокие результаты ЕГЭ по физике, МБОУ г. Мурманска МПЛ «Эффективные методы формирования методологических умений учащихся» (ГАУДПО МО «ИРО») |
| 5 | Декабрь 2019 г. | Семинар для учителей и преподавателей физики «Учебно-исследовательская деятельность учащихся по физике в условиях введения и реализации ФГОС ОО» на базе ГАПОУ МО «МСК» (ГАУДПО МО «ИРО») |
| 6 | Март 2020 г. | Семинар с использованием видеоконференцсвязи «Эффективные методы и приемы формирования экспериментальных умений учащихся на уроках физики» (ГАУДПО МО «ИРО») |
| 7 | Март 2020 г. | Семинар для учителей и преподавателей физики «Эффективные приемы и методы решения задач раздела «Электродинамика» (ГАУДПО МО «ИРО») |
| 8 | Апрель 2020 г. | Семинар на базе детского технопарка «Кванториум» «Формирование практических навыков учащихся» (ГАУДПО МО «ИРО») |
| 9 | Апрель 2020 г. | Круглый стол «Проблемы подготовки учащихся к государственной итоговой аттестации по физике» (ГАУДПО МО «ИРО») |
| 10 | Апрель 2020 г. | Круглый стол «Организация итогового обобщения школьного содержания курса физики в рамках подготовки к ГИА» (ГАУДПО МО «ИРО») |
| 11 | В течение года | Организация индивидуальных консультаций, в том числе дистанционных, для учителей физики, работающих в 9, 11 классах |

# 2.3. Планируемые корректирующие диагностические работы с учетом результатов ЕГЭ 2019 г.

* «Формирование методологических умений учащихся по физике», 8 класс; май, 2020 г.;
* «Формирование навыка решения задач повышенного и высокого уровня сложности», 10 класс; январь, 2020 г.

# Трансляция эффективных педагогических практик ОО с наиболее высокими результатами ЕГЭ 2019 г.

*Таблица 22*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Дата*(месяц)* | Мероприятие*(указать тему и организацию, которая планирует проведение мероприятия)* |
|  | Ноябрь 2019 г. | 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 г. | Семинар на базе ОО, демонстрирующей стабильно высокие результаты ЕГЭ по физике, МБОУ г. Мурманска МПЛ «Эффективные методы формирования методологических умений учащихся» (ГАУДПО МО «ИРО») |

# СОСТАВИТЕЛИ ОТЧЕТА:

Наименование организации, проводящей анализ результатов ЕГЭ по предмету:

ГАУДПО МО «Институт развития образования»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ответственный специалист, выполнявший анализ результатов ЕГЭ по предмету[[4]](#footnote-4) | *Каирова (Кунаш) Марина Анатольевна, доцент факультета общего образования ГАУДПО МО «Институт развития образования», кандидат педагогических наук* | *Председатель региональной ПК по физике* |

1. Сумма первичных баллов, полученных всеми участниками группы за конкретное задание, отнесенное к количеству участников группы. [↑](#footnote-ref-1)
2. Раздел заполняется при наличии у специалистов субъекта Российской Федерации рекомендаций и предложений по тематике раздела. [↑](#footnote-ref-2)
3. По сравнению с другими ОО субъекта Российской Федерации. [↑](#footnote-ref-3)
4. По каждому учебному предмету. [↑](#footnote-ref-4)