**Анализ результатов ЕГЭ по физике**

**в городе Смоленске** **в 2020 году**

Васинова Н.Д., методист

методического отдела МБУ ДО «ЦДО»

Экзаменационная модель контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике в 2020 г. существенных изменений по сравнению с 2019 годом не претерпела. Каждый вариант экзаменационной работы состоял из двух частей и включал в себя 32 задания, различающихся формой и уровнем сложности.

Часть 1 содержала 24 задания с кратким ответом. Из них 13 заданий с записью ответа в виде числа, слова или двух чисел, 11 заданий на установление соответствия и множественный выбор, в которых ответы необходимо записать в виде последовательности цифр.

Часть 2 содержала 8 заданий, объединенных общим видом деятельности – решение задач. Из них 2 задания с кратким ответ (№№25–26) и 6 заданий с развернутым ответом (№№27–32).

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

В экзаменационной работе представлены задания разных уровней сложности: базового, повышенного и высокого.

Задания базового уровня включены в часть 1 экзаменационной работы (21 задание с кратким ответом). Это простые задания, проверяющие усвоение наиболее важных физических понятий, моделей, явлений и законов, а также знаний о свойствах космических объектов. Задания повышенного уровня распределены между частями 1 и 2 экзаменационной работы: три задания с кратким ответом в части 1, два задания с кратким ответом и два задания с развернутым ответом в части 2 (расчетная задача по механике повышенного уровня сложности, которая раньше была представлена в части 2 в виде задания с кратким ответом. В 2020 году эта задача перенесена в задания с развернутым ответом. Ее выполнение оценивалось максимально в 2 балла). Задания повышенного уровня сложности направлены на проверку умения использовать понятия и законы физики для анализа различных процессов и явлений, а также умения решать задачи на применение одного-двух законов (формул) по какой-либо из тем школьного курса физики. Четыре задания второй части - заданиями высокого уровня сложности и проверяли умение использовать законы и теории физики в измененной или новой ситуации. Включение во вторую часть работы сложных заданий разной трудности позволяет дифференцировать выпускников при отборе в вузы с различными требованиями к уровню подготовки.

**Таблица 1 Количественный анализ результатов ЕГЭ по физике**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Показатели** | **ФИЗИКА** | | |
| **2018** | **2019** | **2020** |
| **Минимальное количество баллов** | **36** | **36** | **36** |
| **Количество выпускников текущего года** | **359** | **588** | **370** |
| **Количество сдавших (чел.)** | **349** | **575** | **361** |
| **Количество не сдавших (чел.)** | **10** | **13** | **9** |
| **% успеваемости** | **97,2** | **97,8** | **97,5** |
| **% не сдавших** | **2,8** | **2,2** | **2,4** |

**Распределения тестовых баллов по предмету в 2020 г.**

*(количество участников, получивших тот или иной тестовый балл)*

**Диаграмма 1**

В соответствии с диаграммой 1 распределения участников ЕГЭ по физике по тестовым баллам в 2020 г. наибольшее количество участников (116 человек, что составляет 31% (область - 29,4%) от всей выборки) получили от 51 до 60 баллов, от 41 до 50 баллов – 99 человек /27% (область - 26,9%).

Минимальный балл не смогли преодолеть в 2020 году 9 (область - 32 выпускника – 2,4% (область - 3,58%). Средний балл в 2020 г. – 57,5 (область - 56,4). От 81 до 100 баллов набрали 33 человека (9%), 100 баллов в этом году не получил ни один участник экзамена из города Смоленска.

Результаты по общеобразовательным организациям свидетельствуют о том, что в числе лучших по результатам сдачи ЕГЭ (средний балл) можно назвать: МБОУ СШ № 33» - 72,3, МБОУ «Гимназия № 1 им. Н.М. Пржевальского» - 71,3, МБОУ «СШ № 21 им. Н.И. Рыленкова» - 67,8, МБОУ «Гимназия № 4» - 63,8, МБОУ «СШ № 40» - 61,6. Средний балл выше среднего по городу также демонстрируют выпускники МБОУ «СШ № 31» - 60,3, МБОУ «СШ № 35» - 60,1, МБОУ «СШ № 36 им. А.М. Городнянского» - 59,5. (Диаграмма 2).

**Диаграмма 2**

**Таблица 2. Количество участниковЕГЭ, не достигших минимального балла:**

|  |  |
| --- | --- |
| **ОО** | **Балл** |
| О(с)СШ | 17 |
| МБОУ "СШ № 1" | 20 |
| МБОУ "СШ № 12" | 23 |
| МБОУ "СШ № 36 им. А.М. Городнянского" | 23 |
| МБОУ "СШ № 9" | 27 |
| МБОУ "СШ № 28" | 30 |
| МБОУ "СШ № 5" | 33 |
| МБОУ "СШ № 5" | 33 |
| МБОУ "СШ № 6" | 33 |

Представим анализ результатов выполнения экзаменационной работы для групп заданий по разным тематическим разделам, для групп заданий, проверяющих сформированность различных способов действий, а также для групп заданий разных уровней сложности.

В таблице 3 приведены результаты выполнения заданий экзаменационной работы по содержательным разделам школьного курса физики.

**Таблица 3.** **Результаты выполнения заданий экзаменационной работы по содержательным разделам школьного курса физики.**

|  |  |
| --- | --- |
| Раздел курса физики | Средний процент выполнения по группам заданий |
| Механика | 66,59 |
| МКТ и термодинамик | 67,39 |
| Электродинамика | 59,86 |
| Квантовая физика | 61,37 |

Содержательные элементы, проверяемые заданиями, входящими в первую часть экзаменационной работы, можно считать усвоенными, если средний процент их выполнения более 50% (аналитические отчеты ФИПИ по Единому государственному экзамену, www.fipi.ru).

Анализ результатов показывает, что средний процент выполнения заданий по всем разделам физики превышает уровень освоения. При этом результаты выполнения заданий по механике и электродинамике немного снизились, в то время как по молекулярной и квантовой физике улучшились. Это можно объяснить тем, что в этом году во второй части работы задачи по квантовой физике были представлены задачами только повышенного уровня сложности, а задачи по электродинамике задачами повышенного и высокого уровня сложности.

На диаграмме 3 представлен средний процент выполнения заданий в сравнении с уровнем освоения

**Диаграмма 3**

Диаграмма наглядно показывает, что для всех заданий первой части уровень освоения достигнут. Для задач первой части работы средний процент выполнения составляет 74% (область - 61%), как для задач базового, так и повышенного уровня сложности. А вот для второй части работы, посвященной решению задач, показатель ниже. Для задачи повышенного и высокого уровней сложности он составил от 9% до 33%. На диаграмме 3 приведена диаграмма доли выполнения по каждой линии заданий для экзаменационной работы 2020 г.

**Выполнение заданий с краткой записью ответа**

Анализ результатов для групп с различным уровнем подготовленности показывает, что участники, не преодолевшие минимальную границу, успешнее справились с заданиями на множественный выбор, на установление соответствия, а также на анализ и объяснение явлений и процессов (возможно это связано со способом расчета среднего процента выполнения). Эти задания оцениваются двумя баллами, если верно указаны оба элемента ответа и одним баллом, если допущена ошибка в одном из элементов ответа. В случае если допущены две ошибки, задание считается не выполненным. Достаточно высокий процент выполнения этих заданий говорит о том, что хотя бы один ответ в этих заданиях был правильным.

Вероятно причина низких результатов у определенной группы обучающихся является:

-неумение учащихся работать с векторными величинами (складывать векторы для нахождения равнодействующей силы). Даже понимая физическую суть задачи, они не в состоянии её верно решить, так как владеют математическими навыками в недостаточной степени.

Результаты показывают, что учащиеся достаточно успешно справляются с заданиями первой части работы. Процент выполнения всех заданий базового уровня сложности превышает 73%, повышенного и высокого – 20%.

С заданиями второй части учащиеся с низкой подготовкой не справились. Для других групп обучающихся показатели тоже являются не высокими.

Выпускники среднего уровня подготовки практически для всех заданий базового уровня сложности преодолели уровень освоения. Они демонстрируют системные знания по всем разделам курса физики, но только при выполнении заданий базового уровня сложности. При выполнении заданий повышенного уровня сложности наблюдается определенный «отрыв» от первой группы в тех случаях, когда необходимо использовать векторные величины, математические расчеты или использовать информацию, представленную в виде графиков.

В КИМ текущего года были включены две группы заданий, проверяющие методологические умения:

- подбор оборудования для установки при проведении опыта по заданной гипотезе;

- запись показаний прибора с учетом заданной абсолютной погрешности.

Результаты выполнения этих заданий в таблице 4.

**Таблица 4** Процент выполнения заданий на проверку методологических умений

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № задания | № 22 | №23 |
| Кол-во обучающихся, выполнивших задание | 308 | 296 |
| Процент обучающихся, выполнивших задание | 83% | 80% |

Из таблицы видно, что участники экзамена хорошо справляются с заданиями такого типа. Средний процент выполнения обоих заданий более 80%.

Понимание основных законов и формул проверялось и заданиями на установление соответствия.

Результаты выполнения этих заданий представлены в таблице 5.

**Таблица 5** Процент выполнения заданий установление соответствия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № задания | № 7 | № 8 | №21 |
| Кол-во обучающихся, выполнивших задание | 580 | 459 | 417 |
| Процент обучающихся, выполнивших задание | 79% | 62% | 57% |

В задаче 7 необходимо было сопоставить физическую величину с той формулой, по которой ее можно рассчитать в данной ситуации. В этом году, например, участникам предлагалось установить соответствие формулы заданной координаты с формулами для расчета скорости равноускоренного движения и проекции равнодействующих сил, приложенных к телу.

Из таблицы видно, что это задание вызвало затруднение только у 21% участников экзамена, что говорит об успешном освоении заданий подобного типа. Самый низкий результат для задания 21 на установление соответствия между процессами поглощения и излучения кванта света и энергией соответствующего фотона с использованием диаграмм энергетических уровней атома. В этих заданиях достаточно большой процент экзаменуемых дают «зеркально противоположные ответы», полностью путая как процессы поглощения и излучения света, так и минимальные и максимальные энергии, длины волн и 48 частоты. Только выпускники с высоким уровнем подготовки смогли преодолеть уровень усвоения для этого задания.

Успешнее справились с заданием 18, в котором необходимо было установить соответствие между видом графиков и физическими величинами, зависимость которых от времени эти графики могут отображать. Например, графиками, описывающими процессы электромагнитных колебаний в колебательном контуре. Здесь к типичным можно отнести сложности в распознавании начальных условий (заряд левой обкладки конденсатора путают с зарядом правой обкладки или силой тока; энергию магнитного поля катушки с энергией электрического поля конденсатора).

Умение анализировать и объяснять протекание различных физических процессов проверялось заданиями на изменение величин и на множественный выбор. В каждом экзаменационном варианте предлагалось по три задания на определение характера изменения физических величин в различных процессах: по механике (гидростатике), молекулярной физике, электродинамике.

Результаты выполнения заданий подобного типа представлены в таблицах 6 и 7.

**Таблица 6 Результат выполнения заданий на изменение величин**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № задания | № 6 | № 12 | № 17 |
| Кол-во обучающихся, выполнивших задание | 453 | 563 | 473 |
| Процент обучающихся, выполнивших задание | 61% | 76% | 647% |

**Таблица 7 Результаты выполнения заданий на множественный выбор**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № задания | № 5 | № 11 | № 16 | № 24 |
| Кол-во обучающихся, выполнивших задание | 495 | 494 | 532 | 417 |
| Процент обучающихся, выполнивших задание | 67% | 67% | 72% | 57% |

Участники экзамена успешно справились с задачами по гидростатике и электродинамике (изменение параметров цепи постоянного тока). Для этих заданий порог освоения преодолен у всех групп участников.

Задание 12 по молекулярной физике. Только 24% участников не справились с ним. Это связано с представлением данных для анализа изменения параметров газа в виде графика. У остальных участников она затруднений не вызвала.

Задания на множественный выбор по механике, молекулярной физике и электродинамике относились к повышенному уровню сложности, а 24 задача по астрофизике к базовому.

Результаты показывают, что к освоенным вопросам можно отнести следующие группы заданий:

- определение характера движения тела (график зависимости кинетической энергии от времени);

- изменение агрегатных состояний вещества, представленное в виде графика;

- возникновение индукционного тока в рамке при изменении магнитного потока (график изменения площади рамки с течением времени).

Элементы астрофизики проверялись линией заданий 24 на множественный выбор нескольких утверждений из пяти предложенных. В этом году в отличие от 2019 года участник экзамена не знал, сколько правильных ответов в предлагаемом ему варианте, а их могло быть и 2, и 3. Задание оценивалось двумя баллами, если указаны все правильные ответы; одним баллом, если допущена одна ошибка (в том числе, указана одна лишняя цифра наряду со всеми верными элементами или не записан один элемент ответа), и 0 баллов, если допущено две ошибки или ответ.

Рассмотрим результаты выполнения заданий с развернутым ответом (таблица 8).

**Таблица 8. Результаты выполнения заданий с развернутым ответом**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № задания | № 27 | № 28 | № 29 | № 30 | № 31 | № 32 |
| Кол-во обучающихся, выполнивших задание | 329 | 193 | 104 | 130 | 107 | 168 |
| Процент обучающихся, выполнивших задание | 30% | 26% | 9% | 12% | 10% | 25% |

Качественный анализ выполнения заданий подобного рода можно проводить только для выпускников с высоким уровнем подготовки.

В этом году, как и в прошлом, лучше всего выпускники справились с качественной задачей 27. Средний процент выполнения этого задания составил почти 30%.

Расчетная задача 28 повышенного уровня сложности. Ранее эта задача предлагалась как задача с кратким ответом. Ее выполнение оценивалось двумя баллами. Средний процент выполнения этой задачи составил 26%. В этом году с задачей 29 по механике высокого уровня сложности полностью справились 9% всех писавших.

При выполнении задачи 30 по молекулярной физике высокого уровня сложности процент получения 1 балла за верные попытки решения 9,4% от числа участников. Справились с этим заданием 12% выпускников. Задача 31 высокого уровня сложности по электродинамике, решили это задание 10%. Задача 32 по геометрической оптике. Среди задач высокого уровня сложности эта задача имеет процент выполнения - 25%. Задача новая для нашего региона. В ней требовалось построить изображение двух точечных источников света, расположенных на главной оптической оси и найти оптическую силу линзы. При ее решении в соответствии с обобщенными критериями необходимо было построить изображения двух источников и использовать формулу тонкой линзы.

Низкие результаты решения задач свидетельствуют о недостатке учебного времени и о том, что физика изучается преимущественно на базовом уровне с нагрузкой 2 часа в неделю. При этом в целом осваиваются все элементы содержания в соответствии с кодификатором, но времени на формирование сложных видов деятельности (в том числе на освоение решения задач) явно не хватает. Все задачи высокого уровня сложности требуют внимательного анализа физической ситуации, обоснования физической модели и самостоятельного выстраивания плана решения, т.е. не укладываются в типовые планы решения известных классов задач.

Можно отметить, что одинаковые по тематике задания выполняются лучше, если требуется осуществить выбор из предложенных вариантов (задачи на установление соответствия или множественный выбор), чем в случае, когда нужно осуществить расчет и записать ответ в предложенных единицах измерения.

В 2020 году экзаменационная работа выполнена достаточно хорошо. В первой части экзаменационной работы нет ни одного задания, у которых бы процент выполнения был ниже 50% (то есть ниже уровня освоения).

Таким образом, можно говорить об усвоении следующих элементов содержания и умений:

*Интерпретации графиков:*

– скорости для равномерного и равноускоренного прямолинейного движения;

– кинетической энергии от времени;

– изопроцессов;

– зависимости температуры тел в зависимости от сообщенного им количества теплоты;

– изменения площади замкнутого проводящего контура в магнитном поле,

– заряд обкладки конденсатора в колебательном контуре и энергии магнитного поля катушки;

*Применение:*

– кинематических уравнений;

– второго закона Ньютона;

– принципа суперпозиции сил;

– закона сохранения и изменения механической энергии и импульса;

– условия плавания тел и закона Архимеда;

– уравнения связи средней кинетической энергии теплового движения молекул и температуры газа;

– уравнения для относительной влажности;

– закона Кулона;

– законов постоянного тока (закон Ома, закон Джоуля – Ленца);

– законов отражения света;

– закона сохранения зарядового и массового чисел при ядерной реакции;

– закона радиоактивного распада;

– изменение физических величин в механических тепловых, электромагнитных процессах;

– установление соответствия между физическими величинами и формулами или графиками для механических, тепловых, электромагнитных и квантовых процессов;

– выбор оборудования для проведения опыта по заданной гипотезе.

Самые высокие результаты показывают задания на проверку основных формул и законов школьного курса физики с использованием простейших расчетов.

Результаты экзамена 2020 года подтверждают выводы, сделанные на основе анализа результатов экзаменов в предыдущие годы, о том, что наибольшие затруднения у участников экзамена вызывают задания:

– по темам школьного курса физики, которые изучаются преимущественно на уровне основного общего образования и не всегда хорошо повторяются на уровне среднего общего образования;

– по тем темам школьного курса физики, которые изучаются «точечно»: их содержание оказывается не востребованным для повторения при изучении других тем;

– нестандартно сформулированные задания или задания, содержащие нестандартные элементы;

– задания, требующие анализа формул и законов в общем виде, без числовых расчетов;

– задания, при выполнении которых необходимо использовать информацию из нескольких источников, представленную в разных формах (вербально, с помощью одного или нескольких графиков, таблицы, схемы);

– новые задания, аналоги которых отсутствуют в пособиях по подготовке к экзамену.

Залогом успешной сдачи ЕГЭ по физике является системное и полноценное физическое образование, предполагающее выполнение ФГОС в полном объеме. Практика ускоренного предэкзаменационного «натаскивания» на типичные задания обречена на весьма ограниченный успех.

Важно принимать во внимание не только содержание изучаемого материала, но и особенности обучения школьников специальным организационным и смысловым аспектам экзаменационной процедуры, сделать их привычными и понятными.

В процессе обучения необходимо грамотно организовывать сопутствующее повторение учебного материала, а непосредственно перед экзаменом провести обобщающее повторение.

При планировании обобщающего повторения целесообразно уделить больше времени тем вопросам школьного курса физики, которые изучаются точечно и не востребованы в полной мере при освоении других тем.

При организации учебного процесса необходимо опираться на использование в текущей работе заданий различных типологических групп, которые используются в КИМ по физике. Это задания, различающиеся:

- по структуре;

- по уровню сложности (базовый, повышенный, высокий);

- по различным разделам физики («Механика», «МКТ и термодинамика», «Электродинамика», «Квантовая физика»);

- по проверяемым умениям (владение понятийным аппаратом школьного курса физики: знание и понимание смысла понятий, смысла физических величин, смысла физических законов, принципов, постулатов; умение описывать и объяснять физические явления и свойства тел, результаты экспериментов; владение основами знаний о методах научного познания; умение решать задачи различного типа и уровня сложности; использование полученных знаний и умений в практической деятельности);

- по способам представления информации (словесное описание, график, формула, таблица, рисунок, схема, диаграмма).

Анализ результатов последних лет показывает следующие темы, методика преподавания которых нуждается в совершенствовании: «Статика», «Механические и электромагнитные колебания и волны». При этом выпускники, как правило, помнят основные законы и формулы, но затрудняются при выполнении действий, требующих понимания механизмов явлений и процессов. Например, выпускники умеют записывать условия равновесия твердых тел, но затрудняются в расстановке сил (особенно сил реакции опор) и определении значений моментов сил. В этой связи рекомендуется дополнить предлагаемые учащимся дидактические материалы подборками несложных заданий, позволяющих проверить понимание особенностей процессов и явлений. Полезно составить систему упражнений, направленных на тренировку выполнения отдельных шагов стандартных алгоритмов; например, для механики – определение взаимодействующих тел, расстановка сил, сложение нескольких векторов, вычисление моментов сил, запись законов сохранения импульса и энергии; для молекулярной физики и термодинамики – определение давления газа, запись уравнения Менделеева – Клапейрона, первого закона термодинамики и т.п. При формировании такой системы упражнений целесообразно учитывать перечисленные выше типичные ошибки при выполнении заданий по разным темам и различного уровня сложности.

Экзамен в очередной раз показал проблемы в математической подготовке выпускников. Многие ошибки обусловлены отсутствием элементарных математических умений, связанных с преобразованием математических выражений, действием со степенями и векторными величинами, чтением графиков и т.д. Для того чтобы решить эту проблему, необходимо регулярно использовать на уроках физики элементарные упражнения на отработку необходимых математических операций.

Одним из важных элементов подготовки ученика к ЕГЭ по физике является использование учителем в текущей работе обобщенных критериев оценивания, которые применяются экспертами при проверке заданий, требующих развернутого ответа. При выполнении контрольных и самостоятельных работ ученики довольно часто не записывают незавершенное решение задачи, т.к. учитель, как правило, оценивает только полностью решенные задачи. На экзамене за решение задач, требующих развернутого ответа, можно получить один балл даже в том случае, если задача не доведена до конца. Необходимо приучить ребят всегда записывать решение задачи, даже если оно не закончено, не проведен числовой расчет и даже если полученный результат вызывает сомнения. Это позволит выпускникам на экзамене действовать более уверенно и получить дополнительные баллы за попытки решения.

Довольно часто при проверке работ эксперты сталкиваются:

– с использованием одной и той же буквы при обозначении разных физических величин (например, плотность и удельное сопротивление);

– с необоснованным переобозначением физических величин в ходе решения задачи;

– с отсутствием описания вновь вводимых величин;

– с отсутствием математических преобразований, приводящих к расчетной формуле;

– с записью ответа без указания единиц измерения физических величин.

Все эти недочеты приводят к потере баллов на экзамене.

На основании анализа результатов ЕГЭ по физике, рекомендуем:

- при подготовке к экзамену научить обучающихся работать с кодификатором. Он содержит список формул, запись которых рассматривается как стандартная и не требует дальнейших комментариев, в том числе и описания обозначений и величин, входящих в эти формулы. Повседневная работа с кодификатором позволит приучить учеников использовать именно ту форму записи и те обозначения физических величин, которые необходимы на экзамене. Следует помнить, что в кодификаторе приведены формулы, которые могут быть использованы при решении задач без вывода. Все остальные формулы должны быть получены в ходе решения задачи. В случае использования в качестве исходной формулы, которая требует вывода, оценка за правильно решенную задачу снижается на два балла. Поэтому важно, чтобы учащиеся привыкли работать с формулами из кодификатора, а учителю целесообразно требовать от них максимально полной и подробной записи решения.

- с самых первых уроков физики учить обучающихся правилам оформления решения качественных и расчетных задач. Повседневное и неукоснительное применение этих правил должно быть доведено до автоматизма.

В 2021 г. структура и содержание контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике будут полностью соответствовать экзаменационной модели 2020 г.

Методическую помощь учителям и обучающимся при подготовке к ЕГЭ могут оказать материалы с сайта ФИПИ (www.fipi.ru): − документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2021 г.; − открытый банк заданий ЕГЭ; − учебно-методические материалы для председателей и членов региональных предметных комиссий по проверке выполнения заданий с развернутым ответом экзаменационных работ ЕГЭ; − методические рекомендации прошлых лет.

***При подготовке анализа результатов ЕГЭ по физике были использованы материалы анализа результатов ЕГЭ по физике в Смоленской области в 2020 году, автор: Е.А. Царева, кандидат технических наук, доцент кафедры физики и технических дисциплин ФГБОУ ВО «Смоленский государственный университет», председатель предметной комиссии по физике (сборник «Итоги единого государственного экзамена в Смоленской области в 2020 году (июль-август), Департамент Смоленской области по образованию и науке Областное государственное автономное учреждение «Смоленский региональный центр оценки качества образования»)***