

**Департамент образования Белгородской области
Областное государственное автономное образовательное учреждение до-
полнительного профессионального образования
«Белгородский институт развития образования»**

**Методические рекомендации
«Об использовании результатов государственной итоговой аттестации
по программам среднего общего образования в форме единого государ-
ственного экзамена по физике в общеобразовательных учреждениях
Белгородской области
в совершенствовании преподавания физики
в 2015 – 2016 учебном году»**

**Белгород
2015**

1. Характеристика структуры контрольно-измерительных материалов единого государственного экзамена по физике в 2015 году

Содержание контрольно-измерительных материалов ЕГЭ по физике определялось на основе Федерального компонента государственных стандартов основного общего и среднего (полного) общего образования по физике (приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089) [1].

Порядок проведения экзамена в 2015 году был изменен согласно приказу Минобрнауки России №1400 от 26.12.2013 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования» [2] с учётом изменений, внесённых приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 августа 2014 г. № 923 [3], приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 16 января 2015 г. № 9 [4].

Каждый вариант экзаменационной работы состоял из двух частей и включал в себя 32 задания, различающихся формой и уровнем сложности. Часть 1 содержала 24 задания, из которых 9 заданий с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа, и 15 заданий с кратким ответом в виде числа или последовательности цифр. Часть 2 содержала 8 заданий, объединённых общим видом деятельности – решение задач. Из них 3 задания с кратким ответом и 5 заданий, для которых необходимо было привести развернутый ответ. В экзаменационной работе контролируются элементы содержания из следующих разделов (тем) курса физики:

1. Механика (кинематика, динамика, статика, законы сохранения в механике, механические колебания и волны) – 9 – 10 заданий.

2. Молекулярная физика (молекулярно-кинетическая теория, термодинамика) – 7 – 8 заданий. 3. Электродинамика и основы СТО (электрическое поле, постоянный ток, магнитное поле, электромагнитная индукция, электромагнитные колебания и волны, оптика, основы СТО) – 9 – 10 заданий.

4. Квантовая физика (корпускулярно-волновой дуализм, физика атома, физика атомного ядра) – 5 – 6 заданий.

Каждый вариант экзаменационной работы включал в себя контролируемые элементы содержания из всех разделов школьного курса физики, при этом для каждого раздела предлагались задания всех таксономических уровней. Такие важные с точки зрения продолжения образования в высших учебных заведениях содержательные элементы, как законы сохранения, контролировались в одном и том же варианте заданиями различных уровней сложности. В КИМ ЕГЭ по физике проверяются различные виды деятельности: усвоение понятийного аппарата курса физики, овладение методологическими знаниями, применение знаний при объяснении физических явлений и решении задач. Овладение умениями по работе с информацией физического содержания проверяется опосредованно при использовании различных способов представления информации в текстах (графики, таблицы, схемы и схематические рисунки). Решению задач как наиболее важному с точки зрения успешного продолжения образования в вузе виду деятельности отведена часть 2 работы, которая содержит задачи по всем разделам разного уровня сложности и позволяет проверить умение применять физические законы и формулы как в типовых учебных ситуациях, так и в нетрадиционных ситуациях. В экзаменационной работе представлены задания разных уровней сложности: базового, повышенного и высокого. Использование заданий повышенного и высокого уровней сложности позволяет оценить степень подготовленности участников экзамена к продолжению образования в высшем учебном заведении.

Задания базового уровня включены в часть 1 работы: 19 заданий, из которых 9 заданий с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа, и 10 заданий с кратким ответом в виде последовательности цифр. Выполнение заданий базового уровня сложности позволяет оценить уровень освоения наиболее значимых содержа-

тельных элементов Федерального компонента государственного образовательного стандарта (далее – ФК ГОС) средней школы по физике и овладение наиболее важными видами деятельности. Среди заданий базового уровня выделяются задания, содержание которых соответствует ФК ГОС базового уровня. Минимальное количество баллов ЕГЭ по физике, подтверждающее освоение выпускником программы среднего (полного) общего образования по физике, устанавливается, исходя из требований ФК ГОС базового уровня. 3 Задания повышенного уровня распределены между частями 1 и 2 экзаменационной работы: 5 заданий с кратким ответом в части 1, 3 задания с кратким ответом и 1 задание с развернутым ответом в части 2. Эти задания 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. 4 задания части 2 являются заданиями высокого уровня сложности и проверяют умение использовать законы физики и физические модели в измененной или новой ситуации. Выполнение таких заданий, как правило, требует применения знаний сразу из двух-трех разделов физики, т.е. высокого уровня подготовки. Включение в часть 2 работы сложных заданий разной трудности позволяет дифференцировать участников экзамена при отборе в вузы с разными требованиями к уровню подготовки.

Задания с кратким ответом в виде одной цифры, соответствующей номеру верного ответа, и в виде числа оцениваются 1 баллом. Задания на установление соответствия и множественный выбор оцениваются 2 баллами, если верно указаны оба элемента ответа, 1 баллом, если допущена ошибка в указании одного из элементов ответа, и 0 баллов, если допущено две ошибки. Задания с развернутым ответом оцениваются двумя экспертами с учетом правильности и полноты ответа. К каждому заданию приводится подробная инструкция для экспертов, в которой указывается, за что выставляется каждый балл – от нуля до максимального балла. Максимальный первичный балл за задания с развернутым ответом составляет 3 балла. Минимальная граница для КИМ ЕГЭ по физике установлена на уровне 36 тестовых баллов. Максимальный первичный балл за выполнение всей работы составляет 50 баллов. На выполнение всей экзаменационной работы отводится 235 минут.

В 2015 г. была изменена структура КИМ ЕГЭ по физике при сохранении контролируемого содержания и общих подходов к оценке наиболее значимых для предмета видов деятельности. По сравнению с предыдущим годом в КИМ ЕГЭ 2015 г. по физике сокращено общее количество заданий (с 35 до 32), более чем в 2,5 раза уменьшено количество заданий с выбором ответа (с 25 до 9 заданий) и более чем в 4 раза увеличено количество заданий с кратким ответом (с 4 до 18). Кроме заданий на соответствие, которые уже использовались в КИМ ЕГЭ по физике, в экзаменационную работу были введены новые формы заданий: задание на множественный выбор и задания с кратким ответом, в которых необходимо самостоятельно написать ответ в виде числа с учетом заданных единиц измерения физической величины. Уменьшилось количество расчетных задач, входящих в последнюю часть работы (на 2 задания), и на 1 задание уменьшилось количество заданий базового уровня по электродинамике. Изменена структура работы: все задания с кратким ответом (не считая расчетных задач) объединены в части 1 работы в связи с изменением формы бланка ответов № 1. Максимальный балл за выполнение всей работы изменился незначительно (с 51 до 50 баллов) [5].

2. Статистические результаты ЕГЭ по физике 2015 года

Единый государственный экзамен по физике в Белгородской области в 2015 году сдавали 1843 выпускника (в 2014 году экзамен сдавали 2025 выпускников) [6]. Это составляет 24,7% от общего числа выпускников. Стабильная доля сдающих ЕГЭ по физике характеризует его как профильный экзамен, востребованный абитуриентами соответствующих специальностей технических вузов.

Средний балл ЕГЭ по физике у выпускников Белгородской области в 2015 году составил 50 баллов (в 2014 году - 44,11, в 2013 году – 59). Средний тестовый балл по стране в 2015 г. составил 51,2. В 2015 году количество участников ЕГЭ по физике, с результатом выше уровня минимального количества баллов – 1669, что составило более 93% (т.о. процент не сдавших экзамен соответствует среднему уровню по стране – 6,9 %).

В 2015 году количество выпускников, получивших более 80 баллов по результатам ЕГЭ, составляет 68 человек (3,82 %), набравших 100 баллов – 2 уч-ся (муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение - лицей № 32 города Белгорода; муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение "Средняя общеобразовательная школа №3 с углублённым изучением отдельных предметов г. Строитель Яковлевского района Белгородской области").

Статистические данные по ответам на вопросы ЕГЭ представлены на диаграммах 1, 2.

Диаграмма 1



Диаграмма 2



Исходя из общепринятых норм, при которых содержательный элемент или умение считается усвоенным, если средний процент выполнения соответствующей им группы заданий с выбором ответа превышает 65%, а заданий с кратким и развернутым ответами – 50%, можно говорить об усвоении следующих элементов содержания и умений:

- Скорость, ускорение, равномерное прямолинейное движение, равноускоренное прямолинейное движение, (*графики*) (задача 1 базовый уровень) ;
- Принцип суперпозиции сил, законы Ньютона (задача 2 базовый уровень);
- Закон всемирного тяготения, закон Гука, сила трения (задача 3 базовый уровень);
- Условие равновесия твердого тела, сила Архимеда, давление, математический и пружинный маятники, механические волны, звук (задача 5 базовый уровень);
- Модели строения газов, жидкостей и твердых тел. Диффузия, броуновское движение, модель идеального газа. Изменение агрегатных состояний вещества, тепловое равновесие, теплопередача (*объяснение явлений*) (задача 8 базовый уровень);
- Изопрцессы, работа в термодинамике, первый закон термодинамики (задача 9 базовый, профильный уровень);
- Относительная влажность воздуха, количество теплоты, КПД тепловой машины (задача 10 базовый уровень);
- Электродинамика (*изменение физических величин в процессах*); (задача 17 базовый уровень)
- Инвариантность скорости света в вакууме. Планетарная модель атома. Нуклонная модель ядра. Изотопы (задача 19 базовый уровень);
- Радиоактивность. Ядерные реакции. Деление и синтез ядер (задача 20 базовый уровень)
- Фотоны, закон радиоактивного распада (задача 21 базовый уровень);
- Механика – квантовая физика (*методы научного познания: измерения с учетом абсолютной погрешности, выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе, построение графика по заданным точкам с учетом абсолютных погрешностей измерений*) (задача 23 базовый уровень);
- Молекулярная физика, электродинамика (*расчетная задача*) (задача 26 профильный уровень).

К проблемным можно отнести группы заданий, которые контролировали следующие умения:

- Закон сохранения импульса, кинетическая и потенциальные энергии, работа и мощность силы, закон сохранения механической энергии (задача 4 базовый уровень);
 - объяснение электромагнитных явлений (электризация тел, проводники и диэлектрики в электрическом поле, электромагнитная индукция, дифракция света) (задача 13 базовый уровень);
 - определение направления векторных величин (магнитное поле проводника с током, сила Ампера, сила Лоренца) (задача 14 базовый уровень);
 - применение закона Ома для участка цепи, содержащего смешанное соединение проводников (задача 15 базовый уровень);
 - расчет параметров с использованием закона электромагнитной индукции Фарадея (задача 16 базовый уровень);
 - решение расчетных задач повышенного уровня сложности по механике и электродинамике,
 - решение качественных задач повышенного уровня сложности. – решение расчетных задач высокого уровня сложности.

Сводный отчет по результатам ЕГЭ (детализация по МОУО/АТЕ) приведен в таблице 1, по предоставленным данным можно сделать вывод, что учащиеся субъектов управления образования администрации г. Белгорода, Белгородского района, Корочанского района, Краснояружского района, Старооскольского округа показали максимальные результаты по субъекту РФ.

Таблица 1

Управление образования администрации	Участников		Балл			Преодолели мин. порог		Не преодолели мин. порог		балл выше среднего по региону		балл не ниже 80		Отношение балла к среднему по субъекту РФ
	Зарегистр.	Сдавало	Сред.	Мин.	Макс.	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%	
города Белгорода	552	453	55,33	20	100	439	96,91	14	3,09	262	57,84	39	8,61	1,13
муниципального района "Город Валуйки и Валуйский район"	72	66	44,59	16	71	60	90,91	6	9,09	15	22,73	0	0	0,91
"Алексеевского района и г.Алексеевка"	98	85	48,69	16	78	79	92,94	6	7,06	34	40	0	0	0,99
Белгородского района	101	80	49,68	24	94	76	95	4	5	31	38,75	2	2,5	1,01
Борисовского района	22	17	46,76	38	61	17	100	0	0	6	35,29	0	0	0,95
Вейделевского района	52	48	45,27	8	78	41	85,42	7	14,58	15	31,25	0	0	0,92
Волоконовского района	66	51	42,75	8	65	43	84,31	8	15,69	15	29,41	0	0	0,87
Губкинского городского округа	201	177	47,96	4	96	161	90,96	16	9,04	68	38,42	6	3,39	0,98
Грайворонского района	57	50	47,96	36	78	50	100	0	0	14	28	0	0	0,98
Ивнянского района	48	37	45,57	16	80	33	89,19	4	10,81	11	29,73	1	2,7	0,93
``Корочанский район``	56	52	49,81	24	74	51	98,08	1	1,92	22	42,31	0	0	1,02
Красненского района	23	20	46,45	32	67	19	95	1	5	6	30	0	0	0,95
Красногвардейского района	59	53	42,42	16	67	46	86,79	7	13,21	13	24,53	0	0	0,87

Краснояржского района	12	8	51,5	36	78	8	100	0	0	4	50	0	0	1,05
"Новооскольский район"	45	37	47,24	16	65	35	94,59	2	5,41	14	37,84	0	0	0,96
Прохоровского района	26	23	44,91	24	55	22	95,65	1	4,35	5	21,74	0	0	0,92
"Ровеньский район"	49	44	44,41	20	65	42	95,45	2	4,55	10	22,73	0	0	0,91
Старооскольского городского округа	316	286	53,66	20	98	269	94,06	17	5,94	160	55,94	17	5,94	1,1
Чернянского района	35	27	42,63	28	56	25	92,59	2	7,41	2	7,41	0	0	0,87
Шебекинского района	74	71	47,34	24	85	68	95,77	3	4,23	20	28,17	1	1,41	0,97
Яковлевского района	95	74	46,43	20	100	67	90,54	7	9,46	22	29,73	2	2,7	0,95
Итого по субъекту РФ	2083	1779	50	4	100	1669	93,82	110	6,18	754	42,38	68	3,82	

Результаты ЕГЭ по типам населенных пунктов приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Кол-во ОУ	Всего участников		Средний балл	Участников, набравших балл ниже мин.		Участников, набравших балл не ниже мин.	
		Кол-во	%		Кол-во	%	Кол-во	%
сельского типа	167	528	28,49	45	51	9,66	477	90,34
городского типа	125	1325	71,51	51	77	5,81	1248	94,19

Статистика выполнений заданий с развёрнутым ответом приведена в таблице 3.

Таблица 3

Управление образования администрации	Всего участников	Пустой бланк №2		Приступило к выполнению заданий с развернутым ответом		Получили за выполнение заданий с развернутым ответом больше 0 баллов	
		Кол-во	% от общего кол-ва	Кол-во	% от общего кол-ва	Кол-во	% от общего кол-ва
города Белгорода	482	109	22,61	373	77,39	298	61,83
"Алексеевского района и г.Алексеевка" Белгородской области	86	40	46,51	46	53,49	34	39,53
Белгородского района	83	22	26,51	61	73,49	42	50,6
Борисовского района	19	7	36,84	12	63,16	5	26,32

муниципального района "Город Валуйки и Валуйский район"	68	37	54,41	31	45,59	18	26,47
Вейделевского района	50	24	48	26	52	21	42
Волоконовского района	51	20	39,22	31	60,78	21	41,18
Губкинского городского округа	182	67	36,81	115	63,19	73	40,11
Грайворонского района	53	20	37,74	33	62,26	19	35,85
Ивнянского района	37	21	56,76	16	43,24	8	21,62
Корочанский район`	56	30	53,57	26	46,43	17	30,36
Красненского района	20	9	45	11	55	7	35
Красногвардейского района	54	27	50	27	50	11	20,37
Краснояржужского района	8	2	25	6	75	6	75
"Новооскольский район"	38	14	36,84	24	63,16	18	47,37
Прохоровского района	25	12	48	13	52	7	28
Ракитянского района	21	10	47,62	11	52,38	3	14,29
"Ровеньский район"	45	18	40	27	60	13	28,89
Старооскольского городского округа	297	79	26,6	218	73,4	182	61,28
Чернянского района	29	20	68,97	9	31,03	6	20,69
Шебекинского района	72	22	30,56	50	69,44	31	43,06
Яковлевского района	77	24	31,17	53	68,83	33	42,86

3. Анализ результатов выполнения экзаменационной работы по физике

Отмечаются существенные затруднения при выполнении заданий на объяснение физических явлений и определение характера изменения физических величин при протекании различных процессов. При анализе работы с информацией, представленной в различном виде, отмечаются недостатки при интерпретации табличной информации. Наибольшие затруднения вызывает решение качественных задач.

По всем разделам курса физики можно говорить об усвоении понятийного аппарата на базовом уровне.

Следует отметить, что использование в заданиях на проверку различных формул, законов и графиков, из которых необходимо вычленить соответствующую информацию, практически не влияет на успешность их выполнения. Однако представление информации в таблице существенно снижает результаты выполнения задания. В качестве заданий с кратким ответом использовались задания на определение соответствия между графиками и физическими величинами, которые они описывают, и между формулами и физическими величинами, по которым их можно рассчитать:

Проблемными остаются задания на излучение и поглощение света атомом.

3.1. Владение понятийным аппаратом

Для серий заданий базового уровня (1,2,3, 5, 8, 10, 20,21 и 23), проверяющих освоение основных формул и законов механики, молекулярной физики и квантовой физики, уровень усвоения достигнут, т.е. все эти задания выполнены не менее чем половиной уча-

стников экзамена. Ниже приведен пример одного из таких заданий, с которым справились 73% участников.

Пример 1

Сила гравитационного притяжения между двумя шарами, находящимися на расстоянии 2 м друг от друга, равна 9 нН. Какова будет сила притяжения между ними, если расстояние увеличить до 6 м? Ответ выразите в наноньютонах (нН).

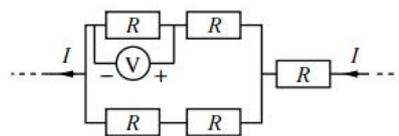
Ответ: 1 нН.

А вот для аналогичных заданий базового уровня по электродинамике (15 и 16) продемонстрированы существенно более низкие результаты.

Например, задания линии 15 в нескольких сериях вариантов проверяли применение закона Ома в случае участка цепи со смешанным соединением проводников. Несмотря на то что этот материал достаточно подробно изучается еще в основной школе и затем отрабатывается в средней, успешно с этими заданиями справлялись только группа выпускников с высоким уровнем подготовки. Ниже приведен пример одного из таких заданий, средний процент выполнения которого оказался равным 25.

Пример 2

Пять одинаковых резисторов с сопротивлением 10 Ом каждый соединены в электрическую цепь, через которую течёт ток $I = 6$ А (см. рисунок). Какое напряжение показывает идеальный вольтметр?

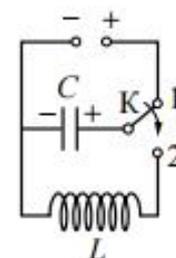


Ответ: 30 В.

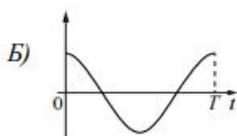
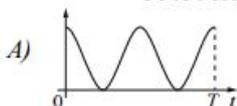
Хочется отдельно остановиться на результатах выполнения групп заданий, базирующихся на понимании различных графических зависимостей. Так, в этом году очень высокие результаты были достигнуты для заданий, проверяющих преобразование графиков: построение графика скорости по графику зависимости координаты от времени и графика ускорения по графику скорости – в среднем 70% выполнения. Несколько хуже (на уровне 50 – 55%) выполнены задания, в которых необходимо было построить график скорости по заданному в аналитической форме закону для изменения координаты или график ускорения – по закону изменения скорости. Примерно с теми же результатами выполнены и задания на соответствие графиков механических процессов и физических величин, изменение которых эти графики представляют. А вот серия аналогичных заданий на графики, характеризующие электромагнитные колебания в контуре, оказалась существенно сложнее. Ниже приведен пример одного из таких заданий.

Пример 3

Конденсатор колебательного контура длительное время подключён к источнику постоянного напряжения (см. рисунок). В момент $t = 0$ переключатель К переводят из положения 1 в положение 2. Графики А и Б представляют изменения физических величин, характеризующих колебания в контуре после этого (T – период колебаний). Установите соответствие между графиками и физическими величинами, зависимости которых от времени эти графики могут представлять. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.



ГРАФИКИ



вующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

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

Ответ:

A	Б
3	4

В этом задании только 18 % экзаменуемых выбрали оба верных ответа, а получили за задание по 1 баллу - 50% (что значительно превышает средний процент по стране). Причем анализ веера ответов показывает, что экзаменуемые хорошо отличают графики энергии (с вдвое меньшим периодом) от графиков заряда или силы тока, но плохо ориентируются в начальных условиях процесса и путают их между собой.

Особого внимания заслуживают результаты выполнения заданий базового уровня сложности на объяснение различных явлений. Среди заданий по молекулярной физике уровень достижения продемонстрирован для заданий, связанных с наступлением теплового равновесия. Однако выбор верного объяснения для броуновского движения или диффузии демонстрировали лишь половина из участников экзамена, а успешными здесь оказывались лишь выпускники с высоким уровнем подготовки. Пример одного из таких заданий приведен ниже.

Пример 4 (процент выполнения – 54%)

Если растолочь мел в мелкую пудру, высыпать её в стакан с водой и размешать, то, поместив каплю получившейся смеси под окуляр микроскопа, можно увидеть, что частицы пудры движутся в капле хаотично. Чем можно объяснить такое движение частиц пудры?

- 1) диффузией молекул воды в крупинки пудры
- 2) хаотичными ударами со стороны молекул воды
- 3) притяжением крупинок пудры молекулами воды
- 4) сопротивлением воды движению в ней твёрдых тел

Ответ: 2

Крайне низкие результаты продемонстрированы для заданий на определение давления насыщенного пара (см. пример 5).

Пример 5 В закрытом сосуде под поршнем находится водяной пар при температуре 100 °С под давлением 50 кПа. Каким станет давление пара, если, сохраняя его температуру неизменной, уменьшить объём пара в 3 раза?

Ответ: 100 кПа.

Несмотря на то, что форма задания предполагала числовой ответ, расчеты здесь не нужны. Получение верного ответа связано с пониманием того, что при достижении паром давления, равного нормальному атмосферному, пар становится насыщенным, и дальше его давление при уменьшении объема не изменяется. К сожалению, результаты этой серии заданий оказались ниже границы освоения даже у наиболее подготовленных выпускников. Серьезные затруднения вызвали также практически все задания линии 13, которые проверяли объяснение явления электризации проводников в электрическом поле, электромагнитной индукции и дифракции света. Для всех этих групп заданий средние проценты выполнения не превышают 45%. Пример одного из наиболее сложных для выпускников заданий по электродинамике приведен ниже.

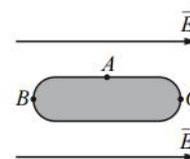
Пример 6

Металлическое тело, продольное сечение которого показано на рисунке, поместили в однородное электрическое поле напряжённостью E . Под действием этого поля концентрация свободных электронов на поверхности тела станет

- 1) самой большой в точке А
- 2) самой большой в точке С
- 3) самой большой в точке В
- 4) одинаковой в точках А, В и С

Ответ 3

Если бы при выполнении этого задания ошибка заключалась в неверном определении направления силы, действующей со стороны электрического поля, то выбор осуществлялся бы между вторым и третьим ответами. А здесь наиболее популярным оказался ответ 4, который говорит о том, что участники путают перераспределение зарядов с эквипотенциальными поверхностями.



3.2. Методологические умения

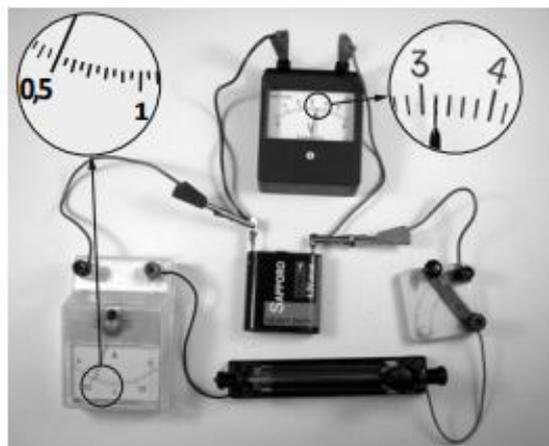
В КИМ текущего года были включены две группы заданий, проверяющих методологические умения: одно задание базового уровня сложности и одно повышенного. Ниже перечислены средние проценты выполнения по группам заданий, контролирующих сформированность различных умений: – выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе – 71%; – запись показаний прибора с учетом заданной абсолютной погрешности измерений – 68%; – построение графиков зависимостей величин по результатам опыта с учетом абсолютных погрешностей измерений – 67%; – интерпретация результатов опыта, представленных в виде графика или таблицы – 56%. Вторая группа заданий (на снятие показаний приборов) выполнялась достаточно успешно, если был представлен рисунок или фотография отдельного прибора (мензурка, барометр, амперметр или вольтметр). Но серьезные затруднения вызвали задания по фотографиям реальных опытов, в которых были представлены электрические цепи с включенными в них амперметрами и вольтметрами одновременно (см. пример 7).

Пример 7

На рисунке приведена фотография электрической цепи по измерению сопротивления реостата. Погрешности измерения силы тока в цепи и напряжения на реостате равны половине цены деления амперметра и вольтметра. Чему равна по результатам этих измерений сила тока в цепи?

- 1) $(3,2 \pm 0,2) A$
- 2) $(3,2 \pm 0,1) A$
- 3) $(0,50 \pm 0,05) A$
- 4) $(0,500 \pm 0,025) A$

Ответ: 4



В этих заданиях нужно было по схеме включения прибора определить, какой из приборов является амперметром, а какой – вольтметром, и лишь затем определять показания. К сожалению, с этими заданиями справились лишь треть участников экзамена, и затруднений они не вызвали только у группы наиболее подготовленных выпускников. Результаты выполнения групп заданий на интерпретацию результатов опыта существенно зависят от того, на материале какого из разделов сконструированы эти задания. Так, для заданий, использующих результаты опытов по механике, средний процент выполнения составляет около 64, а для заданий по электродинамике – лишь 51. Ниже приведен пример одного из заданий на материале темы «Электромагнитные колебания», с которым справились 40% участников экзамена

Пример 8

В идеальном колебательном контуре происходят свободные электромагнитные колебания. В таблице показано, как изменялась сила тока в контуре с течением времени.

$t, 10^{-6} c$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
I, A	0,0	2,2	3,0	2,2	0,0	-2,2	-3,0	-2,2	0,0	2,2

Выберите два верных утверждения о процессе, происходящем в контуре.

- 1) В момент $t = 2 \cdot 10^{-6} c$ напряжение на конденсаторе минимально.
- 2) Период колебаний энергии магнитного поля катушки равен $4 \cdot 10^{-6} c$.
- 3) Частота колебаний равна 25 кГц.
- 4) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6} c$ заряд конденсатора равен 0.
- 5) В момент $t = 4 \cdot 10^{-6} c$ энергия магнитного поля катушки максимальна.

Ответ : 1,2

3.3. Решение задач

В 2 части работы предлагалось 8 задач повышенного и высокого уровней сложности. Среди заданий по механике наименьшие трудности вызвали задачи на применение закона сохранения энергии к движению тела, брошенного вертикально вверх, и применение правила моментов сил к равномерному подъему груза при помощи ворота. С этими задачами справились около половины участников экзамена. Наиболее сложной из задач повышенного уровня по механике оказалась задача на движение тел, связанных нитью, перекинутой через блок. Здесь говорить об успешном решении можно лишь для группы с высоким уровнем подготовки. По молекулярной физике предлагались в основном задачи на расчет параметров изопроцессов, при этом часть данных задачи необходимо было извлекать из графиков. С такого типа задачами выпускники успешно справлялись (средний процент выполнения – 79). Проблемными оказались задачи на применение первого закона термодинамики к адиабатному расширению или сжатию газа (см. пример 9).

Пример 9

Одноатомный идеальный газ в количестве 0,25 моль при адиабатном расширении совершил работу 2493 Дж. До какой температуры охладился газ, если его начальная температура была 1200 К?

Ответ: 400 К.

Поскольку, как видно по результатам других заданий, формула для внутренней энергии идеального газа усвоена успешно, то проблема здесь именно в применении первого закона термодинамики. Среди задач по электродинамике наиболее успешно выпускники справились с задачами на закон Ома для полной цепи (около 60% выполнения), немногим более сложными оказались задания на применение закона Джоуля – Ленца в случае последовательного и параллельного соединения проводников (40%). Высокие результаты отмечены и для заданий на применение силы Ампера. Но на примере этих задач хотелось бы отметить влияние математики на результаты выполнения. Так в задачах, в которых нужно было подсчитать одну из величин в формуле для силы Ампера в случае магнитного поля, перпендикулярного проводнику, верный ответ смогли получить 66% участников. В задачах, в которых добавлялся угол между проводником и вектором магнитной индукции (как правило, 30°), результат снижался до 55%. А задачу, 11 в которой проводник двигался под действием двух сил (силы тяжести и силы Ампера), направленных вертикально, смогли решить лишь 34% участников экзамена. Математические трудности повлияли и на результаты решения задач на движение заряженной частицы в магнитном поле. Если формулы для вычисления радиуса окружности или скорости в заданиях на соответствие определяют более 65% выпускников, то здесь рассчитать отношение радиусов окружностей или отношение скоростей смогли лишь около 35%. Наиболее сложными среди заданий 25–27 оказались задачи по оптике. Здесь с расчетами по формуле линзы справилось около 17% участников; с определением площади тени с использованием закона прямолинейного распространения света – 20%, а самыми сложными оказались задачи на применение формулы дифракционной решетки (см. пример 10).

Пример 10

На дифракционную решётку, имеющую 100 штрихов на 1 мм, перпендикулярно её поверхности падает луч света, длина волны которого 650 нм. Каков максимальный порядок дифракционного максимума, доступного для наблюдения?

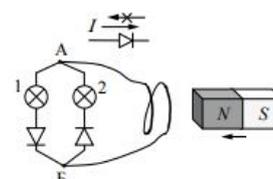
Ответ: 15.

Здесь при результатах 15% выполнения об усвоении можно говорить лишь для группы с высоким уровнем подготовки. Судя по характеру ошибочных ответов, часть выпускников не понимают, что подставлять числа в формулу для дифракционной решетки нужно для угла наблюдения в 90°, а другая часть – что полученный ответ нужно округлить до целого числа в меньшую сторону.

Задание 28 в КИМ ЕГЭ – качественная задача, при решении которой необходимо выстроить полное объяснение какого-либо физического процесса с опорой на изученные физические явления, формулы и законы. По сути решение такой задачи представляет собой доказательство, где физические законы выступают в качестве аргументов. К сожалению, ни для одной из качественных задач не бы преодолен порог выполнения в 50%, даже для наиболее подготовленной группы выпускников, а средний процент выполнения этих заданий составил 14. Наиболее успешно были выполнены задания на построение графика изменения объема от температуры при нагревании воздуха в сосуде под поршнем, а также задания на определение направления индукционного тока (см. пример 11) со средними результатами порядка 15%.

Пример 11

Электрическая цепь состоит из двух лампочек, двух диодов и витка провода, соединённых, как показано на рисунке. (Диод пропускает ток только в одном направлении, как показано в верхней части рисунка.) Какая из лампочек загорится, если к витку приблизить северный полюс магнита? При ответе укажите, какие явления и закономерности Вы использовали при объяснении.



Здесь привести полное верное объяснение (изменение магнитного потока → возникновение индукционного тока → определение направления индукционного тока → определение участка цепи с диодом, который пропускает ток) с указанием на правило Ленца и правило буравчика и записать верный ответ (о том, какая из ламп загорится) смогли лишь 8% участников. Еще 6% допустили в объяснении логические пропуски или не указали одно из правил по определению направлений, но получили верный ответ. 17% выпускников получили за задание по 1 баллу, сумев выстроить частично верное объяснение.

Серьезные трудности вызвали задачи, в которых необходимо было объяснить изменение уровня ртути в сообщающихся сосудах при условии, что одно из колен трубки закрывают, а воздух внутри нагревают или охлаждают. Здесь при выстраивании объяснения участники экзамена не указывают на причину изначального равенства уровней жидкости в сообщающихся сосудах, а также плохо соотносят описываемые в задании изменения с известными изопрцессами. В результате лишь около 10% смогли выстроить полное верное объяснение.

4. Рекомендации по совершенствованию преподавания предмета «Физика»

Основываясь на результатах ЕГЭ по физике 2015 года по Белгородской области можно сформулировать следующие предложения по совершенствованию преподавания физики в образовательных учреждениях.

1. Мотивировать обучающихся к изучению физики, используя всё разнообразие современных образовательных технологий (кейс-метод, метод проектов, информационно-коммуникационные технологии, методы развития критического мышления, дискуссионные методы, игровые методы).
2. На уроках решать задачи не только из традиционных сборников задач, но и задачи, входящие в программу ЕГЭ предыдущих лет и из пробных вариантов ЕГЭ 2016 года.
3. Организовывать проверку знаний, умений и навыков обучающихся с использованием тестовых форм контроля.
4. Планировать и проводить элективные курсы, имеющие практическую направленность на решение заданий ЕГЭ.
5. Формировать на уроках методологические умения (выбор установки опыта по заданным гипотезам, запись интервала значений прямых измерений с учетом заданной погрешности, понимание результатов опытов, представленных в ви-

де графиков, определение полезной мощности нагревателя с учетом графика по данным опыта).

6. Обращать внимание на выявленные в 2015 году слабые места в подготовке выпускников по физике: знание теоретического материала по темам «Статика», «Магнитное поле тока», «Электромагнитные колебания и волны», «Специальная теория относительности», «Квантовая физика».
7. Обращаться за методической помощью при подготовке к ЕГЭ к материалам сайта ФИПИ (www.fipi.ru).

Анализ результатов выполнения групп заданий по различным разделам курса физики показывает, что в большинстве случаев при планировании учебной нагрузки на изучение тех или иных разделов существует некоторый «перекос» в сторону вопросов механики. Если сравнивать результаты выполнения заданий, проверяющих одинаковые виды деятельности и одинаковых по экспертной сложности, но сконструированных на содержании разных разделов, то оказывается, что в целом задания по механике выполняются существенно лучше, чем по электродинамике и квантовой физике. Это говорит о том, что на изучение механики в целом учащиеся тратят большее количество учебного времени. Возможно, у мотивированных школьников вопросам механики уделяется много времени еще в 9 классе, затем практически весь материал повторяется и изучается на более высоком уровне в начале 10 класса, а затем при повторении материала и подготовке к сдаче экзамена этому разделу также уделяется самое пристальное внимание. В результате такого распределения нагрузки значительно меньше, чем следует, уделяется времени и внимания вопросам изучения электромагнитных волн, волновой оптики и элементов квантовой физики. Поэтому целесообразно при разработке тематического планирования еще раз проанализировать результаты своих выпускников по выполнению заданий, относящихся к разным разделам курса физики, и внести соответствующие коррективы, как в планы изучения нового материала, так и в планы подготовки к экзамену. Еще одним злободневным вопросом остается вопрос математической подготовки школьников, выбирающих экзамен по физике. Здесь хочется отметить, что результаты выполнения экзамена не фиксируют существенных проблем в математической подготовке обучающихся с хорошей и отличной подготовкой. Они, как правило, успешно справляются с математическим этапом решения задач. А вот для обучающихся с низким уровнем подготовки владение необходимым для физики математическим аппаратом становится значительным дифференцирующим фактором. Так подчас они не могут выполнить задание не потому, что не знают необходимых законов или формулы, а потому что не могут справиться с математическими операциями. Для этих обучающихся целесообразно изыскать возможность для коррекционной работы совместно с учителями математики. Кроме решения уравнений, здесь особое внимание следует обратить на сложение векторов и вычисления, связанные с прямоугольным треугольником, поскольку это тот необходимый минимум, без которого невозможно успешное выполнение заданий базового уровня.

По результатам выполнения групп заданий, проверяющих освоение понятийного аппарата, можно сделать ряд рекомендаций. В процессе текущего оценивания и при повторении материала учителя, как правило, формируют дидактические материалы на основе заданий, аналогичных заданиям банка ЕГЭ. Здесь целесообразно не акцентировать внимание на форму задания, т.е. не предлагать учащимся выполнять задания, например, только на анализ изменения физических величин в различных процессах. Эффективнее использовать тематический способ конструирования дидактических материалов, но при этом для каждого явления или закона включать задания разных форм, проверяющие все особенности данного явления или закона. Например, группа заданий на колебания пружинного маятника должна включать задания: на анализ изменения всех физических величин, характеризующих колебания; на узнавание формул, по которым можно рассчитать все эти величины; на узнавание графиков, описывающих изменение во времени всех используемых физических величин, и расчетные задачи. В этом случае формируются и сис-

тема знаний о данном явлении или процессе, и основные умения, необходимые для освоения понятийного аппарата. Нуждаются в корректировке методические приемы, используемые при освоении отдельных содержательных элементов. Так, из года в год по результатам ЕГЭ фиксируются низкие результаты по заданиям, касающимся понятий «насыщенные пары» и «влажность воздуха». В первом случае наибольшие затруднения вызывает понимание процесса перехода ненасыщенных паров в насыщенные и, соответственно, процессе изменения концентрации молекул воды и давления пара. А во втором – тот факт, что относительная влажность не бывает выше 100%. Здесь обязательно нужно демонстрировать опыт по переходу ненасыщенного пара в насыщенный и выпадение росы, формируя у школьников наглядный образ этого процесса. А относительную влажность вводить через плотности паров, а затем уже переходить на соотношение давлений. Традиционно сложными оказываются задания, в которых обсуждается плавание тел на поверхности жидкости. В этом случае учащиеся забывают про равенство модулей силы тяжести и силы Архимеда. Связано это, на наш взгляд, с отработкой данного материала на заданиях, рассматривающих процесс плавание через соотношение плотностей. При этом учащиеся забывают о необходимости применения законов Ньютона и допускают ошибки в рассуждениях. Здесь можно порекомендовать расширить спектр задач по статике, добавив в этот раздел задачи на плавание тел, при решении которых отрабатывается алгоритм анализа ситуации через рассмотрение действующих на тело сил.

Анализ результатов выполнения заданий, проверяющих методологические умения, показывает, что участники экзамена успешно овладели такими умениями, как выбор установки для проведения опыта по заданной гипотезе, запись показаний прибора с учетом заданной абсолютной погрешности измерений, построение графиков зависимостей величин по результатам опыта с учетом абсолютных погрешностей измерений. Однако резкое ухудшение результатов при использовании заданий, построенных на фотографиях реальных опытов, говорит о том, что эти умения формируются по большей части при работе над заданиями теоретического плана, а не в процессе выполнения лабораторных работ на реальном оборудовании. К сожалению, при проведении ЕГЭ по физике в силу технологических сложностей сформированность методологических умений можно проверить только посредством модельных теоретических заданий. Но это не означает, что формирование этих умений в учебном процессе может базироваться лишь на выполнении аналогичных заданий. Полноценное овладение приемами проведения измерений и опытов возможно только при выполнении лабораторных опытов на реальном оборудовании. Хотелось отметить, что нецелесообразно уменьшать учебное время, отводимое в программе профильных классов на лабораторные работы и работы практикума. Это негативно сказывается не только на формировании умений, связанных с проведением опытов и измерений, но и на освоении содержания и формировании умений объяснять физические явления и процессы.

5. Структура контрольно-измерительных материалов единого государственного экзамена по физике и система оценивания работы в 2016 году

При подготовке обучающихся к сдаче ЕГЭ следует учесть, что в КИМ 2016 г. в ряду заданий на проверку методологических умений приоритет будет отдан заданиям на базе фотографий реальных опытов. Например, приборы, показания которых нужно определить, будут предлагаться не отдельным рисунком шкалы, а как часть лабораторной установки. Поэтому даже для выполнения самых простых заданий нужно будет, используя фотографию, разобраться в особенностях опыта.

В 2016 г. структура контрольных измерительных материалов ЕГЭ по физике остается без изменений. Поэтому для подготовки к экзамену можно использовать все материалы как для ЕГЭ 2016 г., так и для ЕГЭ 2015 г. Однако при сохранении моделей заданий и общей структуры расширено содержательное наполнение отдельных линий заданий. В

связи с этим необходимо обратить внимание на следующие вопросы, которые внесены в обобщенный план работы 2016 г.:

- относительная скорость, построение графиков по заданной аналитической формуле (задание 1);
- момент силы (задание 2);
- движение по окружности (задание 4);
- насыщенные и ненасыщенные пары, влажность воздуха (задание 8, объяснение явлений);
- носители электрических зарядов (задание 13);
- поток вектора магнитной индукции, энергия магнитного поля катушки с током (задание 17);
- инвариантность скорости света в вакууме (задание 19);
- линейчатые спектры (задание 21);
- построение графиков по результатам измерений с учетом абсолютных погрешностей (задание 23).

Как было отмечено выше, линия заданий 23 будет базироваться преимущественно на фотографиях реальных опытов, а качественные задачи (линия заданий 28) – на содержании традиционных для методики преподавания физики демонстрационных опытах. Методическую помощь учителям и обучающимся при подготовке к ЕГЭ могут оказать материалы с сайта ФИПИ :

- документы, определяющие структуру и содержание КИМ ЕГЭ 2016 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.

Источники информации

1. Приказ Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089 «Об утверждении федерального компонента государственных стандартов основного общего и среднего (полного) общего образования» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=EXP;n=423105> , свободный. Зглв. с экрана.
2. Приказ Минобрнауки России №1400 от 26.12.2013 «Об утверждении Порядка проведения государственной итоговой аттестации по образовательным программам среднего общего образования» [Электронный ресурс] Режим доступа: http://ege.edu.ru/ru/main/legal-documents/index.php?id_4=18905 , свободный. Зглв. с экрана.
3. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 августа 2014 г. №923 [Электронный ресурс] Режим доступа http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_167774/#p32
4. Приказ Министерства образования и науки Российской Федерации от 16 января 2015 г. № 9 [Электронный ресурс] Режим доступа <http://www.rg.ru/2015/02/04/attestacia-dok.html>
5. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2015 года по ФИЗИКЕ [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.fipi.ru/sites/default/files/document/1440158056/metod-rek_fizika_2016.pdf Зглв. с экрана.
6. Образование Белгородской области в 2014-2015 учебном году. Статистический ежегодник / Под общ. ред. Шаповалова И.В. [Текст] Белгород, – 2015. – 8 с.

7. Спецификация контрольных измерительных материалов для проведения в 2015 году единого государственного экзамена по физике [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.fipi.ru/ege-i-gve-11/demoversii-specifikacii-kodifikatory> , свободный. Зглв. с экрана.

Старший методист центра
методического обеспечения развития образования
«Белгородский институт развития
образования», к.т.н.

Ж.П. Бегаева