

# Совершенствование экзаменационной модели КИМ ЕГЭ по физике в 2017 году

**Демидова Марина  
Юрьевна**

доктор педагогических наук, ФГБНУ «ФИПИ», руководитель федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по физике

**Грибов Виталий  
Аркадьевич**

кандидат физико-математических наук, заместитель руководителя федеральной комиссии по разработке КИМ для ГИА по физике, kim@fipi.ru

**Ключевые слова:** экзаменационная модель КИМ ЕГЭ, структура тематического блока, новые модели заданий с кратким ответом, проверяемые учебные действия.

Совершенствование экзаменационной модели ЕГЭ по физике происходит постепенно и, как правило, для изменений используется двухгодичный цикл. Предыдущее изменение модели, в рамках которого произошло существенное уменьшение числа заданий с выбором одного верного ответа и введена новая структура экзаменационной работы, произошло в 2015 г.

В 2017 г. контрольные измерительные материалы по физике претерпели существенные изменения. Из вариантов полностью исключены задания с выбором одного верного ответа и добавлены задания с кратким ответом. В связи с этим предложена новая структура части 1 экзаменационной работы, а часть 2 оставлена без изменений.

При внесении изменений в структуру экзаменационной работы сохранены общие концептуальные подходы к оценке учебных достижений. Содержание экзаменационной работы определяется обязательным минимумом содержания образования и требованиями к подготовке выпускников ФК ГОС. При этом содержание всей экзаменационной работы в целом соответствует стандарту профильного уровня. Однако в работе выделены задания базового уровня, содержание которых соответствует стандарту базового уровня. Минимальное количество баллов ЕГЭ по физике, подтверждающее освоение выпускником программы среднего (полного) общего образования по физике, устанавливается исходя из требований освоения стандарта базового уровня.

При отборе содержания и структуры КИМ по физике учитывается основная задача ЕГЭ — дифференциация выпускников по уровню учебной подготовки для отбора абитуриентов в вузы. Объективность результатов обеспечивается процедурой экзамена, компьютерной проверкой заданий с кратким ответом и проверкой заданий с развёрнутым ответом специально подготовленными экспертами по единым критериям. Структура варианта и форма используемых заданий учитывает бланковую технологию тестирования.

Контрольные измерительные материалы валидны по отношению к содержанию профильного курса физики. Это обеспечивается тем, что:

- в работе содержатся задания по всем разделам школьного курса физики, и приоритет отдаётся наиболее значимым элементам содержания;

- по каждому разделу представлены задания разных уровней сложности (базового, повышенного и высокого);

- количество заданий по тематическому разделу пропорционально учебному времени на изучение данного раздела в школьном курсе физики.

Кроме того экзаменационный вариант обеспечивает проверку разных видов деятельности:

- владение понятийным аппаратом (явления, понятия, величины, законы);

- методологические умения;

- объяснение физических явлений и процессов;

- решение задач.

При разработке экзаменационной модели 2017 г. сохранены основные характеристики, которые позволяют обеспечивать сопоставимость результатов ЕГЭ по годам. В первую очередь — это максимальный балл за выполнение всех заданий экзаменационной работы, который составляет 50 баллов. Не меняется распределение числа заданий по уровням сложности, т.е. сохраняются максимальные баллы, которые можно получить за выполнение всех заданий базового (22 балла), повышенного (16 баллов) и высокого (12 баллов) уровней сложности, а также примерное распределение заданий по тематическим разделам. Всё это позволяет сохранить систему перевода первичного балла в стобалльную шкалу неизменной.

Вариант экзаменационной работы 2017 г. состоит из двух частей и включает в себя 31 задание. Часть 1 содержит 23 задания с кратким ответом. Из них:

- 10 заданий с записью ответа в виде числа,

- 1 задание с записью ответа в виде слова,

- 2 задания с записью ответа в виде двух чисел,

- 4 задания на множественный выбор (2 ответа из 5 возможных),

- 6 заданий на соответствие и изменение величин в физических процессах.

Часть 2 будет содержать 8 заданий, объединённых общим видом деятельности — решение задач. Из них 3 задания с кратким ответом (24–26) и 5 заданий (29–31), для которых необходимо привести развёрнутый ответ.

В работу включены задания трёх уровней сложности. Задания базового уровня включены в часть 1 работы (18 заданий, из которых 13 заданий с записью ответа в виде числа, двух чисел или слова и 5 заданий на соответствие и множественный выбор). Среди заданий базового уровня выделяются задания, содержание которых соответствует стандарту базового уровня.

Использование в экзаменационной работе заданий повышенного и высокого уровней сложности позволяет оценить степень подготовленности учащегося к продолжению образования в вузе. 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 развёрнутым ответом в части 2. Последние 4 задачи части 2 являются заданиями высокого уровня сложности.

Часть 1 экзаменационной работы включает два блока заданий: первый проверяет освоение понятийного аппарата школьного курса физики, а второй — овладение методологическими умениями. Первый блок включает 21 задание, они группируются, исходя из тематической принадлежности: 7 заданий по механике, 5 заданий по МКТ и термодинамике, 6 заданий по электродинамике и 3 по квантовой физике.

Группа заданий по каждому разделу начинается с заданий с самостоятельной формулировкой ответа в виде числа, двух чисел или слова; затем идёт задание на множественный выбор (двух верных ответов из пяти предложенных); а в конце — задания на изменение физических величин в различных процессах и на установление соответствия между физическими величинами и графиками или формулами, в которых ответ записывается в виде набора из двух цифр.

Задания на множественный выбор и на соответствие — 2-балльные и могут конструироваться на любых элементах со-

держания по данному разделу. Понятно, что в одном и том же варианте все задания, относящиеся к одному разделу, будут проверять разные элементы содержания и относиться к разным темам данного раздела.

В качестве примера приведём структуру тематического блока по электродинамике — 13–18.

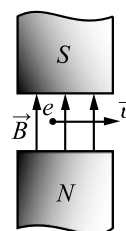
Задание 13 базового уровня с ответом в виде числа проверяет умение определять направление для следующих элементов:

- принцип суперпозиции электрических полей (сложение кулоновских сил или напряжённостей электрических полей),
- взаимодействие магнитов,
- магнитное поле проводника с током,
- сила Ампера и сила Лоренца.

Как видно из приведённого ниже примера задания (пример 1), возможный набор слов для ответа указан в тексте задания.

### Пример 1

Электрон  $e$  влетел в зазор между полюсами электромагнита со скоростью, направленной горизонтально. Вектор индукции магнитного поля направлен вертикально (см. рисунок). Куда направлена (**вверх, вниз, влево, вправо, от наблюдателя, к наблюдателю**) действующая на электрон сила Лоренца? Ответ запишите словом, словами.

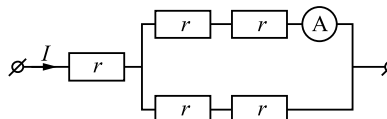


Ответ: \_\_\_\_\_.

Задания 14 и 15 базового уровня сложности с кратким ответом в виде целого числа или конечной десятичной дроби проверяют различные формулы и законы с использованием простейших расчётов (примеры 2 и 3). Задание 14 конструируется на элементах из тем «Электростатика» и «Постоянный ток» (закон Кулона, сила тока, закон Ома для участка цепи, последовательное и параллельное соединение проводников, работа и мощность тока, закон Джоуля — Ленца). Задание 15 проверяет закон электромагнитной индукции, закон Фарадея, закономерности, описывающие процессы в колебательном контуре, законы отражения и преломления света, а также построения хода лучей в линзе.

### Пример 2

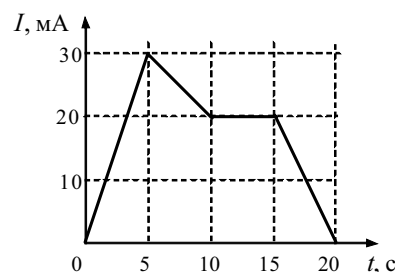
Через участок цепи (см. рисунок) течёт постоянный ток  $A$ . Чему равна сила тока, которую показывает амперметр? Сопротивлением амперметра пренебречь.



Ответ: \_\_\_\_\_ А.

### Пример 3

На рисунке приведён график зависимости силы тока от времени в электрической цепи, индуктивность которой 1 мГн. Определите модуль ЭДС самоиндукции в интервале времени от 15 до 20 с.



Ответ: \_\_\_\_\_ мкВ.

Задания 16, 17 и 18 с кратким ответом в виде двух цифр оцениваются максимально в 2 балла, если обе цифры ответа указаны верно. Задание 16 на множественный выбор оценивает умение объяснять изученные явления и процессы и интерпретировать результаты различных исследований, представленные в виде таблицы или графиков (пример 4).

**Пример 4**

Точечный источник света находится в ёмкости с жидкостью и опускается вертикально вниз от поверхности жидкости. При этом на поверхности жидкости возникает пятно, образованное лучами света, выходящими из жидкости в воздух. Глубина погружения источника (расстояние от поверхности жидкости до источника света), измеренная через равные промежутки времени, а также соответствующий радиус светлого пятна представлены в таблице. Погрешность измерения глубины погружения и радиуса пятна составила 1 см. Выберите два верных утверждения на основании данных, приведённых в таблице.

Глубина погружения, см	10	20	30	40	50	60	70
Радиус пятна, см	12	24	36	48	60	72	84

- 1) Показатель преломления жидкости меньше 1,5
- 2) Образование пятна на поверхности обусловлено дисперсией света в жидкости
- 3) Образование пятна на поверхности обусловлено явлением полного внутреннего отражения
- 4) Граница пятна движется с ускорением
- 5) Угол полного внутреннего отражения меньше  $45^\circ$

Ответ:

--	--

Задание 17 оценивает умение анализировать физические явления и процессы, устанавливать физические величины, характеризующие данный процесс, и определять их изменение при протекании явления или процесса (пример 5).

**Пример 5**

$\alpha$ -частица движется по окружности в однородном магнитном поле между полюсами магнита под действием силы Лоренца. После замены магнита на такие же траекториями стали двигаться протоны, обладающие той же скоростью. Как изменились индукция магнитного поля и модуль силы Лоренца?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

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

Индукция магнитного поля	Модуль силы Лоренца

Задание 18 — это задание на установление соответствия между физическими величинами и графиками, или физическими величинами и формулами. Пример одного из таких заданий приведён ниже.

### Пример 6

Идеальный колебательный контур состоит из конденсатора и катушки индуктивностью 4 мГн. Заряд на пластинах конденсатора изменяется во времени в соответствии с формулой  $q(t) = 2 \cdot 10^{-4} \cdot \cos(5000t)$  (все величины выражены в СИ).

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, выражающими их зависимость от времени в условиях данной задачи.

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

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ	ФОРМУЛЫ
А) напряжение $u(t)$ на конденсаторе	1) $1 \cdot \cos(5000t + \frac{\pi}{2})$
Б) энергия $W_c(t)$ электрического поля конденсатора	2) $20 \cdot \cos(5000t)$
	3) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin^2(5000t)$
	4) $2 \cdot 10^{-3} \cdot \cos^2(5000t)$

Ответ:

А	Б

В тематических разделах по механике и электродинамике представлены все три типа этих двухбалльных заданий; в разделе по молекулярной физике — 2 задания (одно из них — на множественный выбор, а другое — либо на изменение физических величин в процессах, либо на соответствие); в разделе по квантовой физике — только 1 задание (на изменение физических величин или на соответствие).

В тематических разделах самого пристального внимания заслуживают задания 5, 11 и 16, которые проверяют анализ экспериментальных данных, интерпретацию исследования и объяснение процессов и явлений. Именно эти умения относятся по результатам ЕГЭ предыдущих лет к области дефицитов, но именно эти умения являются и самыми важными результатами изучения школьного курса физики.

Следует обратить внимание и на изменение форм отдельных линий заданий. О форме задания 13 упоминалось выше. В разделе по квантовой физике хочется обратить внимание на задание 19, которое проверяет знания о строении атома, атомного ядра или ядерных реакциях. У этого задания изменилась форма. Ответ, представляющий собой два числа, необходимо сначала записать в предложенную таблицу, а затем перенести в бланк ответов № 1 без пробелов и дополнительных знаков. Ниже приведён пример такой формы задания.

### Пример 7

В результате реакции синтеза  ${}_x^Y Z + {}_4^9 \text{Be} \rightarrow {}_5^{10} \text{B} + {}_0^1 n$

Ответ:

Зарядовое число X	Массовое число Y

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

В конце части 1 предлагаются 2 задания базового уровня сложности, проверяющие различные методологические умения и относящиеся к разным разделам физики. Задание 22 с использованием фотографий или рисунков измерительных приборов направлено на проверку умения записывать показания приборов при измерении физических величин с учётом абсолютной погрешности измерений. Абсолютная погрешность измерений задаётся в тексте задания: либо в виде половины цены деления, либо в виде цены деления (в зависимости от точности прибора). Пример такого задания приведён ниже.

**Пример 8**

На производстве измеряли температуру воды. Показания термометра приведены на фотографии. Погрешность измерения температуры равна цене деления термометра. Чему равна температура воды по результатам этих измерений?



Запишите в ответ показания термометра с учётом погрешностей измерений.

Ответ: ( \_\_\_\_\_ ± \_\_\_\_\_ ) °С.

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, без пробелов и других дополнительных символов.

Задание 23 проверяет умение выбирать оборудование для проведения опыта по заданной гипотезе. В этой модели изменилась форма задания, и теперь оно представляет собой задание на множественный выбор (двух элементов из пяти предложенных), но оценивается в 1 балл, если верно указаны оба элемента ответа. Могут предлагаться три различные модели заданий: на выбор двух рисунков, графически представляющих соответствующие установки для опытов; на выбор двух строк в таблице, которая описывает характеристики установок для опытов; и на выбор названия двух элементов оборудования или приборов, которые необходимы для проведения указанного опыта. Ниже приведено два примера таких заданий.

**Пример 9**

Для проведения опыта по обнаружению зависимости сопротивления проводника от материала, из которого сделан проводник, ученику выдали пять проводников, параметры которых указаны в таблице. Какие два проводника из предложенных ниже необходимо взять ученику, чтобы провести данное исследование?

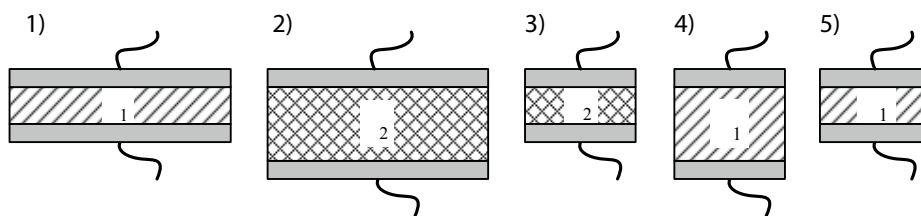
№ проводника	Длина проводника	Диаметр проводника	Материал
1	5 м	1,0 мм	медь
2	10 м	0,5 мм	медь
3	20 м	1,0 мм	алюминий
4	10 м	0,5 мм	алюминий
5	10 м	1,0 мм	медь

В ответ запишите номера выбранных проводников.

Ответ:

**Пример 10**

Конденсатор состоит из двух круглых пластин, между которыми находится диэлектрик ( $\epsilon$  – диэлектрическая проницаемость диэлектрика). Необходимо экспериментально установить, как зависит ёмкость конденсатора от расстояния между его пластинами. Какие два конденсатора следует использовать для проведения такого исследования?



В ответ запишите номера выбранных установок.

Ответ: 

--	--

Часть 2 работы посвящена решению задач. Это традиционно наиболее значимый результат освоения курса физики средней школы и наиболее востребованная деятельность при дальнейшем изучении предмета в вузе. В этой части в КИМ 8 различных задач: 3 расчётные задачи с самостоятельной записью числового ответа повышенного уровня сложности и 5 задач с развёрнутым ответом, из которых — 1 качественная и 4 расчётные.

По содержанию задачи распределяются по разделам следующим образом: 2 задачи по механике, 2 задачи по молекулярной физике и термодинамике, 3 задачи по электродинамике, 1 задача по квантовой физике.

При этом, с одной стороны, в разных задачах в одном варианте не используются одинаковые не слишком значимые содержательные элементы, а с другой — применение фундаментальных законов сохранения может встретиться в 2–3 задачах. Если рассматривать «привязку» тематики заданий к их позиции в варианте, то на позиции 28 всегда будет задача по механике, на позиции 29 — по МКТ и термодинамике, на позиции 30 — по электродинамике, а на позиции 31 — преимущественно по квантовой физике (если только материал квантовой физики не будет задействован в качественной задаче на позиции 27).

Сложность задач определяется как характером деятельности, так и контекстом. В расчётных задачах повышенного уровня сложности (24–26) предполагается использование изученного алгоритма решения задачи и предлагаются типовые учебные ситуации, с которыми учащиеся встречались в процессе обучения и в которых используются явно заданные физические модели. В этих задачах предпочтение отдаётся стандартным формулировкам.

Первое из заданий с развёрнутым ответом — качественная задача, решение которой представляет собой логически выстроенное объяснение с опорой на физические законы и закономерности. Здесь хочется ещё раз обратить внимание на необходимость представления полного объяснения без логических пропусков и с обязательным указанием на названия явлений, на используемые формулы и законы.

Для расчётных задач высокого уровня сложности (28–31) необходим анализ всех этапов решения, поэтому они предлагаются в виде заданий с развёрнутым ответом. Здесь используются изменённые ситуации, в которых необходимо оперировать большим, чем в типовых задачах, количеством законов и формул, вводить дополнительные обоснования в процессе решения, или совершенно новые ситуации, которые не встречались ранее в учебной литературе и предполагают серьёзную деятельность по анализу физических процессов и самостоятельному выбору физической модели для решения задачи.