

Государственная итоговая аттестация учащихся по физике: эволюция экзаменационных материалов

**Демидова
Марина Юрьевна**

доктор педагогических наук,
руководитель Центра педагогических
измерений ФГБНУ «ФИПИ», руководитель
Федеральной комиссии по разработке КИМ
для ГИА по физике, demidova@fipi.ru

Ключевые слова: ЕГЭ по физике, устная форма экзамена, письменный экзамен, подходы к отбору содержания КИМ, кодификатор, модель КИМ.

Итоговая аттестация учащихся по физике за школьный курс имеет особое значение, так как отражает реализацию на практике тех требований, которые общество предъявляет к выпускникам школы. Выпускные экзамены являются наиболее массовым способом контроля знаний и умений учащихся, а значит, и наиболее полно отражают степень соответствия реальных достижений учащихся тем целевым установкам, которые заложены в стандартах и программах.

Традиционной формой итоговой аттестации по физике в советской школе были выпускные экзамены в устной форме. Впервые в советской школе экзамены по физике были введены на основании постановления Совета Народных Комиссаров СССР от 21 июня 1944 г.¹ Устанавливались три обязательных экзамена по физике: переводной экзамен для учащихся, окончивших 8 класс, и выпускные экзамены за курс неполной средней (семилетней) и средней (десятилетней) школы. Экзамены по физике проводились по билетам, которые централизованно разрабатывались Народным комиссариатом просвещения РСФСР. Содержание билетов было открытым и сообщалось учащимся. Задачи по физике, являющиеся составной частью билетов, готовились школьными учителями, утверждались школьной экзаменационной комиссией и заранее учащимся не сообщались. Переводные экзамены проверяли знания учащихся по программе за текущий год, а выпускные – за полный курс соответствующей ступени обучения. С 1956/57 учебного года в целях разгрузки учащихся в РСФСР были оставлены только выпускные экзамены за курсы неполной средней и средней школы. Во всех остальных классах аттестация осуществлялась на основании итоговых оценок.

Основные подходы к составлению экзаменационных билетов и оценке ответов обучающихся на экзаменах заложены в трудах Перовского Е.И.² При оценивании ответов учащихся на экзамене действовали те же подходы, что и при текущем

¹ Егоров А.Г. КПСС в резолюциях и решениях съездов конференций и пленумов ЦК. Том 7. О мероприятиях по улучшению качества обучения в школе. 21 июня 1944 г. – URL:http://liberal.nlib.ru/book_view.jsp?idn=020872&page=572&format=free.

² Перовский Е.И. Экзамены в советской школе / Е.И. Перовский; Академия пед. наук РСФСР. Ин-т теории и истории педагогики. – М.: Учпедгиз, 1948. – 190 с.

контроле знаний и умений. Так, для ответов на теоретические вопросы использовались те же рекомендации по оцениванию, что и при поурочном индивидуальном устном опросе, а при рассмотрении ответов на вопросы практической части билетов — требования к решению задач и проведению лабораторных работ.

В 1960—1970-х гг. был осуществлён переход на новое содержание образования. Так, к середине 1970-х гг. было изменено соотношение гуманитарных и естественнонаучных дисциплин с увеличением доли последних, значительно повысился теоретический уровень изучаемого школьниками естественнонаучного материала. Соответственно изменилось и содержание выпускных экзаменов, но при прежней их форме и общих требованиях к ответам учащихся.

С середины 1980-х гг. начинается этап реформирования, связанный, прежде всего, с процессами гуманизации и гуманитаризации среднего образования. Появляется возможность вариативности как типов образовательных учреждений, так и содержания образования (в том числе и курса физики), что нашло отражение и в программно-методических материалах³.

Возникший в это время всплеск инновационной активности педагогов существенно усовершенствовал различные частные методики, но систему выпускных экзаменов это практически не затронуло. Как правило, экзаменационные билеты были стабильным элементом образовательной системы на протяжении достаточно длительных промежутков времени.

В этот период выпускные экзамены становятся ещё и механизмом массовой проверки, которые проводит лаборатория по изучению уровня знаний учащихся и лаборатория обучения физики НИИ содержания и методов обучения АПН СССР. При анализе результатов экзаменов выделялось два типа объектов проверки: содержательные объекты (факты, понятия, законы, теории, методы науки) и деятельностные объекты (информация о правилах и порядке выполнения действий, специальные умения, интеллектуальные умения, умения рационального учебного труда), для которых были предложены основания для поэлементного анализа⁴.

³ Физика в школе: Сб. нормат. Документов / Сост. Н.А. Ермолаева, В.А. Орлов. — М.: Просвещение, 1987. — 224 с.

⁴ Кривошапова Р.Ф. Поэлементный метод массовой проверки знаний учащихся по физике: дис. ... канд. пед. наук. — М., 1976. — 194 с.

При поэлементном анализе качество ответов учащихся определялось на основании оценивания каждого из выделенных элементов теоретических и практических вопросов. Кроме того, впервые начали учитывать значимость элемента содержания, которая определяется тремя параметрами: значимостью объекта, частотой использования в содержании данной темы и частотой использования его в других темах. Поэлементные планы, с одной стороны, служили для выявления проблем в усвоении тех или иных элементов содержания при анализе общих данных, полученных в результате массовой проверки, а с другой стороны — становились основой для оценивания полноты и систематичности индивидуальных ответов школьников.

В 1989 г. после перехода на новую программу одиннадцатилетней школы текст билетов и компоновка вопросов существенно изменились, но общие подходы к построению билетов остались неизменными. Вместе с новой программой для классов с углублённым теоретическим и практическим изучением физики появились и билеты для этого уровня изучения физики. Различия в примерных программах между общеобразовательными классами и классами с углублённым изучением физики нашли отражение и в тексте экзаменационных билетов для итоговой аттестации учащихся. Так, в билеты для общеобразовательных классов включали, как правило, два вопроса (теоретический и практический), а в билеты для классов с углублённым изучением физики — три вопроса (два теоретических и один практический — задача или лабораторная работа).

Единственная устная форма экзамена по билетам и основные принципы отбора содержания экзаменационных билетов по физике оставались неизменными вплоть до 90-х годов. Принятие закона РФ «Об образовании»⁵ и связанные с его введением изменения в образовательной политике государства отразились и на системе экзаменов. Экзамен по физике (как и по большинству других предметов) стал экзаменом по выбору выпускников. Обязательными остались только математика и русский язык (в 9-м классе) и математика и литература (в 11-м классе). Кроме того, были расширены возможности в использовании различных форм прове-

⁵ Закон РФ «Об Образовании» от 10.07.1992 N 3266-1. URL: http://www.consultant.ru/popular/edu/43_2.html#p400.

дения экзаменов по выбору. Согласно первой редакции закона «Об образовании», государственная итоговая аттестация могла проводиться в устной (по билетам, собеседование и защита реферата) и письменной форме.

Собеседование и защита реферата рассматривались как формы экзамена, которые целесообразно проводить с выпускниками, имеющими отличные оценки по предмету и проявившими интерес к изучению предмета. Большого распространения эти формы экзамена по физике не получили. В частности, для экзамена в виде защиты реферата публиковались примерные темы работ и общие рекомендации по подготовке учащихся к их сдаче, но единых подходов к оцениванию этих форм работ разработано не было и в методических рекомендациях они не публиковались⁶.

В связи с разнообразием форм итоговой аттестации органы управления образованием уже не пытаются жёстко регламентировать содержание экзамена. Так, например, в сборниках для проведения устной итоговой аттестации в середине 90-х годов предлагаются просто перечни примерных теоретических вопросов, практических заданий и основных типов задач, из которых учитель самостоятельно конструирует экзаменационные билеты в зависимости от используемого в школе учебно-методического комплекта.

В это же время начинает развиваться и письменная форма экзамена по физике, особенно в связи с совместной работой школ с вузами по подготовке абитуриентов. Вузам предоставляется возможность засчитывать выпускной экзамен в школах, работающих с ними по системе «Школа – вуз», в качестве вступительного экзамена. Для обеспечения объективности такого экзамена каждый вуз готовит собственные материалы для письменного экзамена. Как правило, такие экзаменационные материалы состояли либо только из 6–10 расчётных задач по разным темам школьного курса, либо сочетали в себе один теоретический вопрос, аналогичный вопросам традиционных школьных билетов по физике, и решение 5–6 расчётных задач⁷.

⁶ Коровин В.А., Степанова Г.Н. Материалы для подготовки и проведения итоговой аттестации выпускников средних общеобразовательных учреждений по физике – М.: Дрофа, 2001. – 96 с.

⁷ Зинковский В.И., Зильберман А.Р., Демидова М.Ю. Выпускной экзамен по физике: 11 кл. – М.: Просвещение, 2002. – 144 с.

Следующим шагом в развитии письменной формы стали региональные экзамены. Во второй половине 90-х годов государственные органы управления образованием субъектов РФ получают возможность проведения экзаменов регионального уровня⁸. Например, в столичных школах обязательный региональный экзамен по физике в 11-х классах проводился три раза. В первый раз варианты экзамена содержали по 10 расчётных задач разного уровня сложности, а в последующем – сочетание из заданий с выбором ответа и расчётных задач. При этом для классов, изучающих физику на базовом уровне, и для классов с углублённым изучением физики предлагались различные по сложности варианты.

Начиная с 1995 г. в стране развивается централизованное тестирование, проводимое Федеральным центром тестирования. Создаваемые здесь тестовые материалы использовались отдельными регионами и вузами для организации вступительных экзаменов в высшие учебные заведения. По договорённости со школами они могли засчитываться в качестве итоговой аттестации по соответствующему предмету по выбору. Централизованное тестирование просуществовало вплоть до масштабного введения единого государственного экзамена.

В рамках создания материалов по физике для централизованного тестирования был получен богатый опыт по разработке заданий с выбором ответа и с кратким ответом, который впоследствии был использован при разработке измерительных материалов ЕГЭ по физике.

Вариант по физике централизованного тестирования представлял собой работу из 40 заданий, из которых 35 заданий с выбором ответа (из пяти предложенных альтернатив) и пять заданий с кратким ответом. Все задания с кратким ответом представляли собой расчётные задачи, для которых необходимо было записать ответ в виде числа, а среди заданий с выбором ответа до 90% также представляли собой расчёты с использованием различных формул и законов и задания на проверку формул в общем виде⁹.

⁸ Рекомендации по проведению государственной (итоговой) аттестации выпускников общеобразовательных учреждений в 1998/99 учебном году (письмо Министерства общего и профессионального образования РФ от 09.03.99 № 288/11-12) / В сб. «Образование». Сборник нормативных документов. – М.: Издательство «Про-Пресс», 1999.

⁹ Тесты. Варианты и ответы централизованного (абитуриентского) тестирования – М: ООО «РУСТЕСТ», 2002.

В начале 2000-х гг. вариативность содержания и форм проведения экзамена находит отражение в рекомендациях по проведению итоговой аттестации выпускников средних общеобразовательных учреждений, в которых содержатся:

- примерные экзаменационные билеты для двух уровней изучения предмета (для общеобразовательных школ и для классов с углублённым изучением физики);
- примерные темы рефератов по физике для организации экзамена в форме защиты реферата;
- образцы итоговых заданий в тестовой форме для разработки письменной экзаменационной работы (по структуре и отбору содержания аналогичные вариантам централизованного тестирования)¹⁰.

Рекомендации по подготовке учащихся к экзамену позволяют оценить требования, предъявляемые к ответам выпускников. Здесь, например, предлагаются примерные ответы на теоретические вопросы объёмом 500–600 слов, формулировка экспериментальных заданий полностью соответствует тематике лабораторных работ в наиболее распространённом учебнике, а предлагаемые для подготовки задачи по уровню сложности и формулировкам хорошо коррелируют с типовым сборником задач.

Ретроспективный анализ содержания итогового экзамена по физике показывает, что на протяжении всего периода его существования проверка осуществлялась преимущественно на репродуктивном уровне. Экзаменационные материалы (билеты) были направлены на проверку теоретических сведений на уровне воспроизведения и умения применять полученные знания при решении задач и выполнении лабораторных опытов. Задания на применение знаний для итоговой аттестации строились при использовании типовых учебных ситуаций. В общем объёме ответа одного ученика преимущественную долю занимала репродуктивная деятельность (связный рассказ об изученных явлениях, законах и т.п.).

Внедрение единого государственного экзамена постепенно переводит выпускные экзамены в письменную форму с использованием единых измерительных материалов федерального уровня.

¹⁰ Материалы для подготовки и проведения итоговой аттестации выпускников средних общеобразовательных учреждений по физике / Г.Н. Степанова – М.: Дрофа, 2003. – 98 с.

Единый государственный экзамен начал вводиться в экспериментальном режиме с 2001 г. Основная идея состояла в том, чтобы объединить выпускной и вступительный экзамен в единый блок, обеспечить равные возможности обучающихся за счёт использования единых для всей страны контрольных измерительных материалов. Кроме того, использование единых измерительных материалов на итоговой аттестации обеспечивало в условиях развитого вариативного образования единство требований для получения документа о среднем образовании.

Контрольные измерительные материалы по физике, как и по другим предметам, представляли собой письменную работу в тестовой форме, которая состояла из трёх частей: часть 1 – задания с выбором ответа, часть 2 – задания с кратким ответом и часть 3 – задания с развёрнутым ответом. В первой части были сосредоточены задания базового уровня, во второй – повышенного и в третьей – высокого уровня. Таким образом, задания в работе располагались по мере увеличения их сложности, а вся работа обеспечивала проверку усвоения выпускниками элементов содержания курса физики средней школы и дифференциацию обучающихся по уровню подготовки, необходимую для целей дальнейшего отбора.

Первоначально содержание контрольных измерительных материалов разрабатывалось с учётом обеспечения содержательной валидности того перечня дидактических единиц, которые были отражены для физики в Обязательном минимуме содержания образования 1998 г.¹¹ Содержание заданий с выбором ответа в первые годы существования ЕГЭ, как и при централизованном тестировании, было направлено преимущественно на проверку различных законов и формул с использованием простейших расчётов (см. примеры 1 и 2).

Пример 1

Потенциальная энергия взаимодействия с Землей гири массой 5 кг увеличилась на 75 Дж. Это произошло в результате того, что гиру

- 1) подняли на 1,5 м
- 2) опустили на 1,5 м
- 3) подняли на 7 м
- 4) опустили на 7 м

¹¹ Обязательный минимум содержания среднего (полного) общего образования. Приложение к приказу Минобрнауки России от 30.06.99 № 56.

Пример 2

При нагревании текстолитовой пластинки массой 0,2 кг от 30 °С до 90 °С потребовалось затратить 18 кДж энергии. Следовательно, удельная теплоёмкость текстолита равна

- 1) 0,75 кДж/(кг·К)
- 2) 1 кДж/(кг·К)
- 3) 1,5 кДж/(кг·К)
- 4) 3 кДж/(кг·К)

Опыт тестирования показал, что задания с выбором ответа могут успешно использоваться при контроле усвоения физических понятий и широкого круга простых умений. Требование правдоподобия неверных ответов к таким заданиям обеспечивается включением дистракторов, отражающих наиболее характерные ошибки, допускаемые школьниками.

В качестве заданий с кратким ответом первоначально выступали только расчётные задачи повышенного уровня сложности (см. пример 3).

Пример 3

За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определите конечную скорость тела.

Значительным шагом вперёд по сравнению с централизованным тестированием стало введение в КИМы ЕГЭ заданий с развёрнутым ответом. Это потребовало решения массы организационных проблем и серьёзно увеличило стоимость экзамена за счёт привлечения экспертов к проверке этих заданий, но существенно расширило спектр проверяемых умений. В первых моделях КИМ ЕГЭ в качестве заданий с развёрнутым ответом использовались расчётные задачи высокого уровня сложности (см. пример 4).

Пример 4

Электрон влетает в область однородного магнитного поля индукцией $B = 0,01$ Тл со скоростью $v = 1000$ км/с перпендикулярно линиям магнитной индукции. Какой путь он пройдёт к тому моменту, когда вектор его скорости повернётся на 1 °?

Такие задания применяются для проверки самых сложных умений: проводить анализ условия физической задачи с целью выяснения, какие законы физики могут описывать ситуацию, заданную в задаче, корректно применить эти законы, получить ответ в общем виде, по-

лучить ответ в численном виде, проанализировать ответ на предмет его реальности, рассмотреть предельные случаи, возможность более рационального решения и др.

В первые годы существования ЕГЭ по физике остро стоял вопрос о принципах отбора содержания заданий ЕГЭ для разных вариантов КИМ: должны ли задания в одной линии (например – А5) во всех вариантах проверять один и тот же элемент содержания или эти элементы можно варьировать. В пользу приоритетности принципа единства содержания экзамена выдвигался довод о том, что при различном содержании экзаменационных заданий выпускники обязательно попадают в неравные условия. В пользу приоритетности принципа полноты отражения в ЕГЭ минимума содержания общего среднего образования по физике выдвигались такие доводы, как трудность сохранения в тайне единственного варианта заданий ЕГЭ и практическая невозможность устранения взаимопомощи в процессе проведения экзамена по одному варианту. В первые три года предпочтение отдавалось первому подходу, а затем приоритетным был признан второй принцип.

Комплект вариантов ЕГЭ по физике формируется из нескольких групп вариантов. Группы вариантов (включающие, как правило, от 2 до 4 вариантов) собираются по разным планам. В разных группах задания на одной линии могут проверять разные элементы содержания. Например, в одной группе – сила трения, в другой – сила упругости, в третьей – сила тяготения. Это обеспечивает полноту оценки всей совокупности элементов содержания курса физики для всего комплекта вариантов в целом, что крайне значимо для анализа результатов и, соответственно, принятия решений о коррекции образовательных технологий.

Выравнивание заданий в одной линии для данной группы осуществляется за счёт использования в этой линии фасетных заданий, сконструированных по одной и той же модели. Фасетными называют группу заданий, которые сконструированы по одной модели, но отличаются либо незначительными изменениями контекста, не влияющими на общее содержание задания, либо изменениями в алгоритме выполнения задания, не относящимися напрямую к проверяемому умению (например, изменением в математических преобразованиях). В примере 5 приведены два фасетных задания.

Пример 5

Силы электростатического взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равны по модулю F . Как изменится модуль сил взаимодействия между этими телами, если заряд каждого тела уменьшить в 2 раза?

- 1) Увеличится в 2 раза
- 2) Уменьшится в 2 раза
- 3) Увеличится в 4 раза
- 4) Уменьшится в 4 раза

Силы электростатического взаимодействия между двумя точечными заряженными телами равны по модулю F . Как изменится модуль сил электростатического взаимодействия между этими телами, если заряд каждого тела увеличить в 3 раза?

- 1) Увеличится в 3 раза
- 2) Уменьшится в 3 раза
- 3) Увеличится в 9 раз
- 4) Уменьшится в 9 раз

В условиях создания большого числа вариантов достаточным является апробация лишь нескольких заданий, сконструированных по данной модели. Фасетные задания можно использовать с гарантией не только тех же содержательных, но и близких статистических характеристик.

Выравнивание вариантов разных групп осуществляется за счёт использования заданий с известными статистическими характеристиками, а также за счёт многократной экспертной оценки прогнозируемой сложности каждого варианта.

До 2008 г. проходил всероссийский эксперимент по введению единого государственного экзамена. Его особенностью было добровольное вхождение регионов в эксперимент, выбор учащимися формы сдачи экзамена по физике: либо в форме ЕГЭ, либо традиционного экзамена по билетам в качестве выпускного экзамена и сдача вступительного экзамена при поступлении в вуз. Если в первые два года эксперимента складывались основные подходы к разработке КИМ по физике, то затем существенных изменений в структуру КИМ не вводилось: изменялось между распределением заданий базового и повышенного уровней в разных частях, варьировалось число задач в третьей части работы. Если говорить о количестве заданий, то, например, вариант по физике ЕГЭ в 2005 и 2006 гг. содержал 40 заданий: 30 заданий с выбором ответа (часть 1), 4 задания с

кратким ответом (часть 2) и 6 заданий с развернутым ответом (часть 3), общее время выполнения работы составляло 210 минут¹².

В 2007 г. были приняты изменения в закон «Об образовании», которые, в частности, касались и вопроса введения ЕГЭ на всей территории России.

Вместе с введением в 2009 г. ЕГЭ в штатный режим было изменено положение об итоговой аттестации за курс среднего общего образования. Единый государственный экзамен по физике, начиная с этого года, стал ориентирован только на дифференциацию абитуриентов, т.е. его сдают только те выпускники, которые собираются связать своё дальнейшее образование с изучением физики в вузе.

Перед введением ЕГЭ в штатный режим в связи с необходимостью перехода на проверку освоения содержания федерального компонента государственного образовательного стандарта 2004 г.¹³ была разработана новая модель КИМ ЕГЭ по физике, которая постепенно внедрялась в течение трёх лет, начиная с 2009 г.

Отличием стандартов 2004 г. от предыдущей версии было наличие не только обязательного минимума содержания основной образовательной программы по физике, но и раздела «Требования к уровню подготовки выпускников». В этом разделе были сформулированы те умения, которые должны проверяться в рамках итоговой аттестации.

В требованиях к уровню подготовки выпускников по всем предметам в этих стандартах была использована единая таксономия: «знать», «уметь», «использовать в практической деятельности». Если рассматривать глагол «знать» как умение воспроизводить, то выделяются лишь два блока: воспроизведение (знать) и применение (уметь). Последняя группа «использовать в повседневной жизни», по сути, предполагает то же самое применение, но в контексте повседневной жизни.

Было принято решение о переходе на двухпозиционный кодификатор, в котором бы определялись как перечень элементов со-

¹² Нурминский И.И., Демидова М.Ю., Никифоров Г.Г. Аналитический отчет по результатам ЕГЭ по физике в 2006 г. / Физика в школе. – 2006. – №8. – С. 40–49. – 2007; №1. – С. 50–67; №2 – С. 42–51.

¹³ Федеральный компонент государственного стандарта общего образования. Часть II. Среднее (полное) общее образование / Министерство образования Российской Федерации. – М., 2004. – 266 с.

держания, так и перечень способов действий, проверяемых в рамках экзаменационной работы. Процедура операционализации привела к появлению в экзаменационной модели новых групп заданий. Например, для решения задач был выбран подход к операционализации в соответствии с типами задач по физике и в зависимости от их числа законов и содержательных тем, которые необходимо привлечь для решения задачи:

- расчётные задачи с явно заданной физической моделью;
- расчётные задачи с неявно заданной физической моделью;
- качественные задачи.

Все типы задач с одной стороны требуют для решения одного обобщённого плана, но различаются друг от друга значимостью отдельных этапов и степенью самостоятельности, необходимой для их выполнения. Так, например, в расчётных задачах с явно заданной физической моделью необходимо предложить систему уравнений для её решения, а для второго типа задач необходимо самостоятельно обосновать выбор физической модели.

В этой экзаменационной модели впервые появились качественные задачи с развёрнутым ответом (см. пример 6).

Пример 6

Человек в очках вошёл с улицы в тёплую комнату и обнаружил, что его очки запотели. Какой должна быть температура на улице, чтобы наблюдалось это явление? В комнате температура воздуха 22 °С, а относительная влажность воздуха 50%. Поясните, как вы получили ответ. (Для ответа на этот вопрос воспользуйтесь таблицей для давления насыщенных паров воды).

Давление насыщенных паров воды при различных температурах

$t, ^\circ\text{C}$	0	2	4	6	8	10	12	14
$P, \text{кПа}$	0,611	0,705	0,813	0,934	1,07	1,23	1,4	1,59
$t, ^\circ\text{C}$	16	18	20	22	24	25	30	40
$P, \text{кПа}$	1,81	2,06	2,19	2,64	2,99	3,17	4,24	7,37

Вся вторая часть работы полностью посвящена решению задач. Сложность задач определяется как характером деятельности, так и контекстом. В расчётных задачах повышен-

ного уровня сложности (с кратким ответом) 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, в которой решение представляет собой логически выстроенное объяснение с опорой на физические законы и закономерности. Для расчётных задач высокого уровня сложности необходим анализ всех этапов решения. Здесь используются изменённые ситуации, в которых необходимо оперировать большим, чем в типовых задачах, числом 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 задачи¹⁴.

Большая работа была проведена и по определению возможности оценки в ЕГЭ уровня сформированности методологических умений. Было принято решение о проверке отдельных методологических умений при помощи теоретических заданий с выбором ответа или с кратким ответом в рамках традиционного бумажного теста. В этом случае контролируемые умения представляют собой отдельные (разрозненные) этапы измерений, наблюдений и опытов. Полноценную проверку освоения экспериментальных умений можно осуществить лишь при работе учащихся на реальном лабораторном оборудовании. Под руководством Никифорова Г.Г. были разработаны и апробированы структура и содержание дополнительного испытания по проверке экспериментальных умений в структуре ЕГЭ¹⁵. Но, к сожалению, внедрить результаты этих разработок возможности не представилось.

¹⁴ Демидова М.Ю., Грибов В.А. Совершенствование экзаменационной модели КИМ ЕГЭ по физике в 2017 году // Педагогические измерения. – 2016. – №3. – С. 26–32.

¹⁵ Никифоров Г.Г., Демидова М.Ю. Проверка экспериментальных умений в рамках единого государственного экзамена по физике // Федеральный институт педагогических измерений: Сборник статей к пятилетию института / Под ред. А.Г. Ершова, Г.С. Ковалевой. – М.: Эксмо, 2007. – 255 с. – С. 108–118.

Работа с информацией физического содержания была включена в качестве проверяемого вида деятельности в КИМ ОГЭ. Здесь соответствующие умения проверяются при помощи специального блока заданий. Для КИМ ЕГЭ также были разработаны модели заданий по работе с текстом, однако по решению научно-методического совета по физике ФИПИ их не включили в действующую модель экзаменационных материалов.

В структуре КИМ ЕГЭ до сих пор принята косвенная проверка умений по работе с информацией посредством использования различных способов представления информации в текстах заданий. Конструирование однотипных заданий с учётом различных способов представления информации (текст, формула, график, таблица, схема или рисунок, фотография) позволяет оценить умения учащихся работать с графиками, таблицами или схемами, т.е. выявлять степень освоения умений по работе с информацией для всей совокупности участников экзамена, не выделяя его в отдельный проверяемый вид деятельности.

В рамках этой модели в экзаменационных вариантах по физике стали использоваться задания на соответствие элементов двух множеств, в том числе и специально разработанные для физики задания на изменение физических величин, которые являются разновидностью заданий на соответствие (см. пример 7).

Пример 7

В результате перехода с одной круговой орбиты на другую центростремительное ускорение спутника Земли уменьшается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника, скорость его движения по орбите и период обращения вокруг Земли?

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.

Радиус орбиты	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

Модель экзаменационных материалов для ЕГЭ, отвечающая ФК ГОС, обеспечивает в каждом варианте проверку всех содержательных тем курса физики и содержит группы заданий, проверяющие основные способы действий: решение задач, методологические умения, понимание законов и формул, объяснение явлений. Она позволяет определить уровень овладения выпускником содержанием курса физики, а из способов действий индивидуальная оценка может рассматриваться только по отношению к решению задач. О достижениях и дефицитах в овладении другими способами действий можно говорить лишь по отношению к выборке в целом, анализируя результаты выполнения групп заданий из разных серий вариантов для всей совокупности участников экзамена, а не каждого отдельного выпускника.

Подходы к разработке кодификатора, отбору содержания и структуре КИМ ЕГЭ, разработанные для данной модели, используются до сих пор. Хотя за десять лет структура варианта и используемые формы заданий существенно изменились. Начиная с 2015 г. постепенно уменьшалась доля заданий с выбором одного верного ответа и увеличивалась доля заданий с кратким ответом в виде числа и заданий на соответствие и изменение величин.

В 2017 г. была существенно изменена структура первой части работы. Группа заданий по каждому разделу начинается в первой части с заданий с самостоятельной формулировкой ответа в виде числа, двух чисел или слова. Это задания базового уровня, в которых проверяются наиболее важные понятия, законы и формулы данного раздела. 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 содержания по данному разделу. В одном и том же варианте все задания, относящиеся к одному разделу, проверяют разные элементы содержания и относятся к разным темам данного раздела.

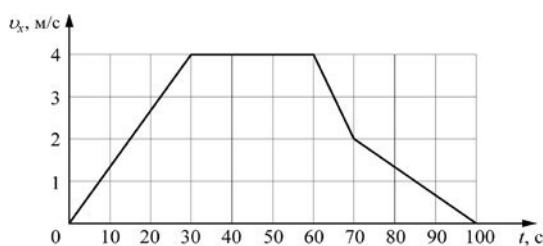
Наиболее ценными с точки зрения итогового контроля и диагностического потенциала стали задания на множественный выбор, которые требуют интегрированного анализа какого-либо физического процесса и объяснения, соответственно, целого ряда свойств данного процесса на основе изученных явлений, законов и формул (см. пример 8).

В 2018 г. в КИМ по физике добавлена линия заданий, построенная на астрономиче-

ском материале, а в кодификаторе расширен последний раздел: добавлена тема «Элементы астрофизики». Задания, сконструированные на содержании этой темы, включены в КИМ ЕГЭ на позиции 24 в виде задания на множественный выбор (два верных утверждения из пяти предложенных). Эти задания имеют контекстный характер, т.е. часть данных, необходимых для решения, приводятся в виде таблицы, схемы или графика (см. пример 9).

Пример 8

В инерциальной системе отсчёта вдоль оси Ox движется тело массой 20 кг. На рисунке приведён график зависимости проекции скорости v_x этого тела от времени t . Из приведённого ниже списка выберите два правильных утверждения, описывающих этот процесс.



1) Кинетическая энергия тела в промежутке времени от 60 до 70 с уменьшилась в 2 раза.

2) За промежуток времени от 0 до 30 с тело переместилось на 20 м.

3) В момент времени 40 с равнодействующая сил, действующих на тело, равна 0.

4) Модуль ускорения тела в промежутке времени от 0 до 30 с в 2 раза больше модуля ускорения тела в промежутке времени от 70 до 100 с.

5) В промежутке времени от 70 до 100 с импульс тела уменьшился на 60 кг·м/с.

Пример 9

Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звёздах.

Наименование звёзды	Температура поверхности, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Средняя плотность по отношению к плотности воды
Альдебаран	3600	5,0	45	$7,7 \cdot 10^{-5}$
ϵ Возничего В	11 000	10,2	3,5	0,33
Капелла	5200	3,3	23	$4 \cdot 10^{-4}$
Ригель	11 200	40	138	$2 \cdot 10^{-5}$
Сириус А	9250	2,1	2,0	0,36
Сириус В	8200	1	0,01	$1,75 \cdot 10^6$
Солнце	6000	1,0	1,0	1,4
α Центавра А	5730	1,02	1,2	0,80

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звёзд.

1) Температура поверхности Ригеля соответствует температурам звёзд спектрального класса В.

2) Звезда Альдебаран относится к белым карликам.

3) Средняя плотность звезды Капелла больше, чем средняя плотность Солнца.

4) Солнце относится к красным звёздам спектрального класса М.

5) Звезда α Центавра А относится к звёздам главной последовательности на диаграмме Герцшпрунга – Рассела.

В 2010 г. был принят федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования, в 2012 г. – стандарт второго поколения для среднего

образования. В этих документах устанавливаются новые требования к итоговой аттестации, в рамках которой планируется выявлять «уровень достижения планируемых

результатов освоения основной образовательной программы»¹⁶.

Введение ФГОС, построенного на системно-деятельностном подходе, требует обеспечения валидности экзаменационных материалов уже не по отношению к целостности содержания курса, а по отношению к проверяемым способам действий, которые закреплены в требованиях стандарта к предметным результатам. Новая модель подразумевает обновление концептуальных

подходов к конструированию КИМ, создание нового кодификатора предметных результатов по физике и разработки новых моделей заданий.

Основные концептуальные подходы к разработке этих новых экзаменационных моделей были описаны в одной из статей журнала «Педагогические измерения»¹⁷, а новым моделям заданий и результатам их апробации будут посвящены следующие публикации наших научных сотрудников.

¹⁶ Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования / М-во образования и науки Рос. Федерации. – М.: Просвещение, 2011. – 48 с.

¹⁷ Демидова М.Ю., Камзеева Е.Е., Грибов В.А. Подходы к разработке экзаменационных моделей ОГЭ и ЕГЭ по физике в соответствии с требованиями ФГОС // Педагогические измерения. – 2016. №2. – С. 17–25.