

Особенности цифрового инструментария для оценки учебных достижений по физике

**Демидова
Марина Юрьевна**

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

**Камзеева
Елена Евгеньевна**

кандидат физико-математических наук,
член комиссии по разработке КИМ для ГИА по физике,
начальник экспертно-аналитического отдела
ГАОУ ДПО МЦКО,
kamzeeva@mcko.ru

Ключевые слова: цифровизация инструментария, задачи и методы исследования, типология заданий

В условиях цифровизации экономики вопросы использования компьютерных технологий в оценочных процедурах являются одним из важнейших направлений развития как оценки качества образования в целом, так и оценки учебных достижений в частности. Если ранее приоритетным направлением было повышение эффективности и экономичности процедуры тестирования за счет использования компьютерной формы предъявления тестов, то сейчас на первый план выходит проблема цифровизации инструментария.

В настоящее время для проведения различных проверочных работ разработана технология проведения тестирования в компьютерной форме (как по специально выделенным защищенным каналам, так и в открытом режиме с доступом в сеть Интернет); существуют возможности генерации индивидуальных заданий и тестов, развивается направление адаптивного тестирования. Для быстрого получения результатов оценочных процедур успешно используется технология удаленной экспертной онлайн-проверки заданий с развернутым ответом; проводится автоматическая обработка результатов тестирования, генерация аналитических и статистических форм результатов тестирования. Для разработки цифрового инструментария идет работа по созданию конструкторов заданий для работы авторов.

Анализ отечественного инструментария для оценочных процедур по физике, предлагаемого в компьютерной форме, показывает, что, как правило, используются традиционные для «бумажного» представления формы тестовых заданий, которые предъявляются с экрана компьютера для автоматизации ввода ответов, обработки результатов, а также формирования большого числа вариантов текста. При этом применяются те же, что и для «бумажных» процедур кодификаторы предметных результатов, те же подходы к конструированию как заданий, так и тестов в целом. К сожалению, не рассматриваются возможности использования цифровых ресурсов при конструировании заданий и не исследуется проблема изменения самих образовательных результатов, достигаемых обучающимися при использовании различных цифровых сервисов.

Известно, что на последних этапах международных сравнительных исследований TIMSS и PISA использовалась компьютерная форма предъявления тестов. При этом анализ открытых заданий показывает, что цифровизация существенно

изменяет не только форму заданий, но и проверяемые умения, а часть заданий требует от участников проявления и различных цифровых компетентностей.

Проектированию структуры и содержания цифрового инструментария для оценки учебных достижений по физике в системе общего образования посвящен один из проектов Российского фонда фундаментальных исследований в рамках общего направления «Трансформация содержания общего образования в результате использования учащимися в работе и аттестации цифровых ресурсов (инструментов, источников, сред, сервисов), применения цифровых платформ и цифрового мониторинга».

Основная задача исследования — определить, каким образом изменяется содержание образования по физике и подлежащие оценке предметные результаты с введением цифрового инструментария для аттестации обучающихся. Его цель — научно-методическое обоснование цифровизации инструментария для оценки учебных достижений по физике в системе общего образования.

В рамках выполнения проекта предполагается решение следующих задач.

1. Разработка концептуальных подходов к проектированию цифрового инструментария для аттестации по курсу физики, имеющих общие подходы к формированию конструкта, включающего предметные результаты и цифровые компетентности (умения работы с цифровыми информационными источниками физической информации, компьютерными моделями и цифровыми инструментами обработки информации наблюдений и опытов, критический анализ информации).

2. Формирование конструкта для оценки в рамках аттестации по физике, включающего наиболее значимые элементы содержания (отражающие ведущие идеи курса физики средней школы) и совокупность предметных и информационных компетентностей, формирование которых возможно в рамках цифровизации обучения физики.

3. Разработка требований к цифровым ресурсам для использования в рамках компьютерной формы аттестации по физике: отбору цифровых инструментов и мультимедийных ресурсов для конструирования заданий, формированию пакетов справочных ресурсов.

4. Проектирование моделей заданий с использованием цифровых ресурсов, включая применение справочных данных (физических констант, основных формул, словаря понятийного аппарата), видеоматериалов с демонстрацией физических процессов, компьютерных моделей технических устройств или технологических процессов, компьютеризированного эксперимента (компьютерные датчики и обработка результатов эксперимента в цифровой среде).

5. Разработка модели цифрового инструментария для проведения Всероссийской проверочной работы с использованием всех типов моделей заданий с применением цифровых ресурсов.

6. Конструирование вариантов в соответствии с разработанной моделью инструментария, их апробация и стандартизация.

7. Проведение семинаров для учителей физики по вопросам использования цифрового инструментария в рамках формирующей оценки и промежуточной аттестации.

Проект предполагает использование различных теоретических и практических методов исследования: теоретический анализ (сравнительно-сопоставительный, системный, логический, обобщение опыта) нормативных документов в сфере образовательной политики и литературы по проблеме оценки качества образования, анализ научно-методической литературы по использованию цифровых ресурсов в обучении физике в процессе разработки концепции проектирования цифрового инструментария; содержания Федеральных государственных образовательных стандартов и опыта международных сравнительных исследований качества образования в области естественнонаучных предметов в процессе создания конструкта для оценки в рамках аттестации по физике; моделирование инструментария для оценочных процедур при разработке модели цифрового инструментария; проектирование моделей заданий с использованием цифровых ресурсов; методы педагогических измерений, в том числе валидизация инструментария, индивидуальные экспертные оценки, тестирование, анализ экспертных оценок и данных статистической обработки результатов оценочных процедур при реализации задач апробации и стандартизации инструментария.

К ожидаемым результатам проекта, рассчитанного на три года, можно отнести следующие.

- Научно-методические подходы к цифровизации инструментария для оценки учебных достижений по физике могут стать основой для создания нового поколения цифровых контрольных измерительных материалов для оценочных процедур федерального, регионального и муниципального уровней, совершенствования учебных методических комплектов по физике в рамках изменения аппарата усвоения с учетом цифровых реалий, а также значимых изменений в формирующем оценивании учителей физики с учетом оценки цифровых компетентностей.

- Конструкт для оценки учебных достижений по физике может в дальнейшем служить основой для изменения предметных требований к освоению основной образовательной программы Федерального государственного образовательного стандарта основного общего и среднего общего образования.

- Разработанные в рамках проекта требования к цифровым ресурсам для использования в рамках компьютерной формы аттестации по физике могут стать основанием для формирования технических заданий для производителей цифровых образовательных ресурсов.

- Разработанная в рамках проекта модель Всероссийской проверочной работы по физике сможет обеспечить возможность перехода к цифровому инструментарию по физике (с учетом готовности образовательных организаций к проведению компьютерной формы ВПР).

В этой статье мы остановимся на первых результатах проекта, касающихся изменения структуры модели заданий в цифровой среде и подходов к классификации заданий.

Для создания сбалансированных банков заданий, которые обеспечивали бы возможность проверки всех предметных результатов на всей возможной совокупности содержательных элементов, применяют методику конструирования заданий на основе моделей. Этот подход целесообразен и при разработке фасетных заданий, обладающих одинаковыми содержательными и близкими статистическими характеристиками, что востребовано при создании серии вариантов с одинаковыми характеристиками для целей контроля.

Для цифрового инструментария изменится структура модели заданий, поскольку она должна учитывать особенности использования цифровых ресурсов и опираться на типологию заданий того конструктора, который применяется для разработки данного инструментария. Предлагается следующая структура модели задания.

Содержательные характеристики задания

- Проверяемый предметный результат (компетенция/группа умений/умение, на оценку который направлено задание).

- Возможные элементы содержания, на базе которого могут конструироваться задания по данной модели (физические явления и процессы, теоретические положения, постулаты, физические величины, физические законы, физические модели, наблюдения и опыты).

- Цифровые компетенции, которые необходимы для выполнения задания (общие пользовательские компетенции, которые востребованы для выполнения любых заданий, или специальные цифровые компетенции, если в задании используются специфические программные продукты (например, среда для выполнения измерений физических величин)).

- Цифровые ресурсы, которые используются в задании (программные продукты, сетевые ресурсы, программно-аппаратные комплексы и т.д.).

- Форма задания (в типологии заданий цифрового инструментария).

- Уровень сложности задания (базовый, повышенный, высокий).

- Уровень освоения предметного результата (1 — использование известного способа действий, 2 — изменение способа действий или их комбинирование, 3 — создание собственного способа действий).

Требования к структурным элементам задания

- Требования к тексту задания (отбор содержания, отбор контекста).

- Требования к цифровым ресурсам.

- Описание вопроса задания.

- Описание способа конструирования верных ответов и дистракторов для заданий с закрытым ответом.

- Описание инструктивной части задания (включая описание способа ввода ответа).

Требования к системе оценивания задания

- Описание ответа.

- Максимальный балл.

- Описание критериев оценивания задания.
- Описание способа проверки (автоматическая/экспертная).

При переходе в цифровую среду может осуществляться как перевод и трансформация заданий, традиционно используемые в тестах на бумажной основе с включением в них интерактивности, так и развитие нового формата заданий, которые нельзя реализовать с помощью бумажных тестов. В силу сложной структуры модели заданий в цифровой среде невозможно предложить единую классификацию заданий. Поэтому целесообразно использовать несколько типологий по разным основаниям.

Цифровой вид вносит изменения в форму заданий. Здесь остается деление на задания с закрытым ответом и задания со свободно конструируемым ответом, но происходит трансформация за счет изменения способа фиксации ответа. Например, привычные в «бумажном варианте» задания на соответствие элементов двух множеств, которые в бумаге требуют заполнения в ответе таблицы соответствия кодов одного столбца выбранными кодами второго столбца, в компьютерном варианте превращаются в задания на «перетаскивание» элементов верного ответа. Помимо этого, часть заданий (например, на заполнение таблиц, классификационных схем и т.п.) могут быть переведены из заданий со свободно конструируемым (развернутым) ответом с экспертной проверкой в задания на «перетаскивание» объекта для автоматической компьютерной проверки.

Приведем примеры трансформации заданий по физике. Задания на изменение физических величин в том или ином процессе будут предлагаться в виде заполнения таблицы (условия изменения величин). Примером «перетаскивания» объектов могут служить задания на совмещение фотографий или рисунков объектов. Предлагается создать установку для исследования зависимости одной физической величины от другой с использованием избыточного числа рисунков измерительных приборов и оборудования. Учащийся «конструирует» модель экспериментальной установки, «перетаскивая» нужные объекты на выбранные места.

Для заданий по физике с самостоятельным вводом ответа возникают определенные сложности, поскольку для ввода ответа при

помощи клавиатуры существуют ограничения, связанные со сложностью введения формул. Процесс ввода ответа не должен создавать дополнительных сложностей и занимать максимально короткое время. Использование же формульных редакторов хотя и возможно, но особой «нагрузки» с точки зрения цифровых компетентностей не несет, являясь достаточно рутинным и длительным способом действий.

Возможным вариантом для заданий по физике является использование графического планшета. В этом случае с одной стороны используется рукописный текст, что не создает проблем с записью формул и математических преобразований, а с другой стороны — ответ автоматически фиксируется и может быть проверен экспертом. Самым простым способом может быть запись на бумажные бланки с последующим сканированием и фотофиксацией ответа для ввода. Возможна и видеофиксация, если оценивается порядок или правильность каких-то действий с материальными моделями или лабораторным оборудованием.

Для цифровых заданий можно предложить приведенную ниже типологию по форме ответа.

С закрытым ответом:

- выбор одного верного ответа (ВО), где ответ выбирается указанием на номер дистриктора;
- выбор нескольких верных ответов — множественный выбор (ВМ);
- выбор ответа из выпадающего списка (ВС), размещенного в тексте задания, как разновидность множественного выбора (например: заполнение таблиц, заполнение пробелов в предложении/тексте);
- выбор ответа путем выделения элементов (ВВ) в тексте задания (выделение слова, словосочетания, предложения внутри текста задания, заданного вербально; выделение ячейки таблицы, картинки и другого графического объекта) или объекта/области в растровом изображении (например: прямоугольником обвести часть схемы с искомым элементом);
- выбор ответа путем перетаскивания объектов (ВП), в которых два или более элементов верного ответа собираются путем «перетаскивания» мышью выбранных элементов (например: заполнение схемы, таблицы, временной оси, горизонтальное/вертикальное ранжирование).

Со свободно-конструируемым ответом:

- краткий ответ (КО) в виде числа, нескольких чисел, символов, формулы, слова, словосочетания вводится непосредственно с клавиатуры;
- развернутый ответ:
 - (PO1) — ответ вводится с клавиатуры (по физике сложность состоит в необходимости записи законов или формул с привлечением соответствующего редактора формул);
 - (PO2) — ответ записывается при помощи графического планшета;
 - (PO3) — ответ записывается на дополнительном бумажном бланке, а затем сканируется или фотографируется и прикрепляется к работе для последующей проверки;
 - (PO4) — видеофиксация ответа (например: видеозапись процесса выполнения задания на реальном оборудовании или устного ответа обучающегося).

Как видно из структуры модели заданий, наибольшие изменения при переходе в цифровую среду вносятся в содержательные характеристики заданий. Расширение проверяемых образовательных результатов при использовании цифровых заданий связано, прежде всего, с широким спектром способов представления информации в тексте задания и использование интерактивности.

В бумажном варианте кроме текста есть возможность использовать в задании или дистракторах только простые графические объекты: рисунки, фотографии, схемы (например, оптические или схемы электрических цепей), графики, диаграммы, таблицы. При этом графические объекты статичны и предлагаются, как правило, в черно-белом исполнении. Понятно, что это накладывает существенные ограничения на возможности конструирования заданий.

В цифровом представлении возникают дополнительные возможности: использование различных мультимедийных объектов, интерактивности, периферийных устройств. Анализ их возможностей для построения заданий позволил предложить описанную ниже типологию заданий по видам цифровых ресурсов, используемых в тексте задания или при его выполнении.

- *Использование в заданиях только текста или статичных графических объектов (рисунки, фотографии, схемы, графики, диаграммы, таблицы).* Это привычные для «бумажного» варианта задания, прошедшие цифровую

трансформацию. Здесь особенностью является возможность использования высококачественных фотографий процессов, для восприятия и понимания которых важным является присутствие цвета (например, спектры или явление дисперсии света), что, как правило, финансово нецелесообразно в бумажных тестах.

- *Включение в текст заданий мультимедийных объектов (звуковые файлы, анимации, видеофрагменты).* Использование звуковых файлов важно в тех случаях, когда характер звука имеет существенное значение для восприятия и понимания процессов (например, выбор звуков, соответствующих двум разным осциллограммам путем сравнения их высоты и громкости). Анимации позволяют формулировать разнообразные задания по работе с моделями, особенно это значимо для моделей микромира. Видеофрагменты, демонстрирующие физический эксперимент, физическое явление или процесс, осуществленный в лабораторных условиях, физическое явление или процесс, наблюдаемые в окружающей жизни, работу технических устройств или технологических процессов позволяют предъявить учащемуся реальные процессы окружающей жизни, реальные физические эксперименты и реальные технические объекты.

- *Включение в текст заданий интерактивных объектов (интерактивных моделей и симуляторов, виртуальных лабораторий, инструментов для измерения/рисования).* Значимыми здесь являются модели явления или процесса, модели работы технического устройства или прибора, модели идеализированного объекта. Интерактивные модели предполагают изменение тех или иных их характеристик. При этом в зависимости от сложности задания и проверяемых видов деятельности могут использоваться модели с заранее заданными параметрами изменения характеристик или модели с самостоятельным выбором учащимися параметров изменения характеристик. Для физики большое значение имеют симуляторы по работе с приборами и оборудованием (весы, измерительный цилиндр, оптический микроскоп и др.) в тех случаях, когда проведение реального эксперимента затруднено в силу тех или иных причин.

- *Использование в измерительных материалах информационных ресурсов сети Интернет или симулятора сети Интернет (справочные*

данные, которые требуются для выполнения задания и постоянно присутствуют в оболочке теста; образовательные ресурсы; тексты с гиперссылками; поисковая система для самостоятельного формирования информационного запроса; социальные сети). Во ФГОС акцентируется внимание на формирование познавательных учебных действий, связанных с чтением и пониманием естественнонаучной информации. Использование разнообразных информационных ресурсов дает возможность поставить учащегося в ситуацию, близкую к реальной жизненной ситуации поиска и обработки информации в Интернете. При выполнении таких заданий учащийся для получения ответа на вопрос должен воспользоваться гиперссылками и привлечь для ответа информацию из различных источников. Появляется возможность обеспечить диагностику умений поиска информации с использованием гиперссылок, тематического или предметного поиска в специальных справочных изданиях по физике; работы с несколькими источниками информации, сопоставление, анализ или обобщение информации из различных источников; критического анализа информации на основе определения достоверности сведений, полученных из разных источников.

■ *Использование в процессе оценки онлайн взаимодействия участников.* Это дает возможность организовать проведение групповых проектов или исследований и позволяет оценить не только важные предметные результаты, но и коммуникативные компетенции.

■ *Использование в задании программных продуктов.* Примером может служить использование в задании электронных таблиц Microsoft Excel, которые позволяют проводить обработку предложенных эксперимен-

тальных данных, строить графики, проводить экстраполяцию данных.

■ *Использование периферийных устройств.* Для физики это возможность введения в оценку компьютеризированного эксперимента. Компьютеризированный эксперимент базируется на программно-цифровом измерительном комплексе, который представляет собой комплект цифровых датчиков, подключаемых к компьютеру, и набора лабораторного оборудования для постановки физических опытов по всем разделам школьного курса физики. Компьютер в этом случае выступает в роли измерительного комплекса, заменяя весь спектр традиционных измерительных приборов (термометр, секундомер, амперметр, вольтметр и т.д.). Использование программно-измерительного комплекса позволяет конструировать задания по проверке всех экспериментальных умений как для основного, так и для среднего общего образования. Кроме того, это дает возможность реализовать способы конструирования заданий, способы выполнения заданий и способы проверки выполнения заданий, которые невозможно осуществить в рамках традиционного лабораторного эксперимента. Например, оформление ответа к заданию в виде электронного отчета с возможностью внесения в него фотографий экспериментальной установки с веб-камеры или осуществлять видеозапись действий ученика по проведению эксперимента.

Предложенная структура модели заданий и типология заданий в цифровой среде позволяют обеспечить разработку системы заданий для оценки учебных достижений по физике с учетом особенностей цифровизации инструментария.