

Оценивание экспериментальных умений в школьном курсе физики

**Серпова Ульяна
Владимировна**

учитель физики ГБОУ города Москвы «Государственная столичная гимназия», студент магистерской программы «Оценка и мониторинг образовательных результатов в системе общего образования», МГПУ, serpova_ul@mail.ru

Ключевые слова: методы научного познания, экспериментальные умения, модели экспериментальных заданий, оценка методологических умений.

Федеральный государственный образовательный стандарт основного общего образования (ФГОС) постепенно внедряется в российские школы. Основной парадигмой обучения, согласно этому стандарту, является системно-деятельностный подход, который в части предметов естественнонаучного цикла подразумевает активное участие школьников в образовательном процессе и усвоение знаний не в готовом виде, а в ходе учебного исследования. В процессе учебных исследований осваиваются методы научного познания, а освоение методологии науки формирует исследовательскую компетентность, которая является важным качеством, определяющим готовность будущего специалиста к профессиональной деятельности.

Опыт международных исследований, в которых участвует наша страна, показывает, что понимание вопросов методологии науки — это одно из наиболее уязвимых мест в структуре естественнонаучных знаний и умений российских школьников. Россия принимает участие в двух сравнительных международных исследованиях, касающихся качества естественнонаучного образования: TIMSS (Trends in Mathematics and Science Study) и PISA (Programme for International Student Assessment), которые осуществляются Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР). Результаты исследования TIMSS показывают, что уровень подготовки наших школьников по естественно-математическим предметам устойчиво превышает средние международные показатели.

Однако при наличии достаточно высоких предметных знаний и умений наши ученики испытывают затруднения в применении этих знаний в ситуациях, близких к повседневной жизни. Кроме того, низкие результаты получены при выполнении заданий на проведение мысленных экспериментов с типичным лабораторным оборудованием, которое учащиеся должны были использовать на уроках, например, химии или физики. Среди них самыми сложными были задания, в которых надо было проанализировать проблему с целью определения этапов её решения или найти способ или способы её решения и объяснить или обосновать эти способы.

Физика как учебный предмет несёт в себе большой развивающий потенциал: у учащихся формируются предпосылки научного мировоззрения, их познавательные интересы и способности; создаются условия для самопознания и саморазвития. Знания, формируемые в рамках данного учебного предмета, имеют глубокий личностный смысл и тесно связаны с практической жизнью школьника. Физика — наука экспериментальная, большая часть открытий в ней, установле-

ние законов, изучение явлений сделаны экспериментальным путём. Поэтому важнейшей частью обучения физике в системе общего образования является формирование экспериментальных умений.

В документах сопровождения ФГОС (планируемые результаты освоения основной образовательной программы и примерная программа по физике) сделан акцент на освоение учащимися методов научного познания. Для этапа основного общего образования — это, прежде всего, методы эмпирического уровня, к которым относятся описание, измерение и эксперимент.

В связи с этим актуальным становится формирование подходов к оцениванию методологических умений, причём не только в рамках государственной итоговой аттестации, но и в рамках учительского тематического оценивания или промежуточной аттестации.

В практике преподавания физики обучение вопросам методологии науки разбивается на две части:

— Усвоение теоретических знаний о методах научного познания и формирование методологических умений, которое частично реализуется в теоретическом материале учебников, а частично осваивается при работе с демонстрационным или ученическим экспериментом. В оценочных процедурах эти методологические умения могут проверяться при помощи контекстных заданий без привлечения лабораторного оборудования.

— Освоение экспериментальных умений (проводить наблюдения, опыты, измерения), которое реализуется в процессе проведения различных лабораторных и практических работ. Экспериментальные умения могут оцениваться только специально разработанными экспериментальными заданиями, которые выполняются с использованием реального лабораторного оборудования.

Рассмотрим, каким образом осуществляется оценка этих умений в государственной итоговой аттестации по физике.

Технология проведения единого государственного экзамена не позволяет ввести в КИМы ЕГЭ экспериментальные задания на реальном оборудовании, поэтому здесь используются только теоретические задания по проверке методологических умений. Например, в КИМ ЕГЭ по физике в 2017 году в конце части 1 предлагаются два задания ба-

зового 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). Задание 23 проверяет умение выбирать оборудование для проведения опыта по заданной гипотезе. Оно представляет собой задание на множественный выбор (двух элементов из пяти предложенных). Здесь 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 опыта¹.

В КИМ ОГЭ по физике также есть два теоретических задания, проверяющих методологические умения. Задания 18 и 19 контролируют умения формулировать (различать) цели проведения (гипотезу, выводы) описанного опыта или наблюдения; конструировать экспериментальную установку, выбирать порядок проведения опыта в соответствии с предложенной гипотезой; использовать физические приборы и измерительные инструменты для прямых измерений физических величин; проводить анализ результатов экспериментальных исследований, в том числе выраженных в виде таблицы или графика.

Задание 23 КИМ ОГЭ по физике — экспериментальное и выполняется экзаменуемыми с использованием реального лабораторного оборудования. Указание на необходимость его использования приводится в инструкции перед текстом задания. Каждому учащемуся выдаётся комплект оборудования, в котором собраны все необходимые и достаточные для выполнения задания приборы и материалы. Поэтому выполнение экспериментального

¹ Демидова М.Ю. Подходы к диагностике методологических умений в рамках итоговой аттестации учащихся по физике // Вестник Новгородского университета им. Н.И. Лобачевского. — 2011. — № 3(3). — с.32–35.

задания не предполагает оценивание умения самостоятельного выбора оборудования для заданной цели эксперимента.

Экспериментальное задание 23 проверяет умения:

- проводить косвенные измерения физических величин;
- представлять экспериментальные результаты в виде таблиц или графиков и делать выводы на основании полученных экспериментальных данных;
- проводить экспериментальную проверку физических законов и следствий.

Для проверки каждого из умений разработана отдельная модель экспериментального задания. Каждое задание рассчитано на проведение прямых измерений с использованием стандартных измерительных приборов. При этом объектом оценки становятся прямые измерения (правильное включение или установка прибора, определение его цены деления и выполнение правил снятия показания прибора или измерительного инструмента).

Сформированность этих умений оценивается по результатам записи прямых измерений, которые должны укладываться в заданные в каждом случае границы измерений, учитывающие погрешности измерений. Оценка погрешностей измерений при выполнении экспериментального задания не требуется. Оценка границ интервала, внутри которого может оказаться результат прямых измерений, полученный учеником, и который необходимо признать верным, рассчитывается методом границ².

Таким образом, можно говорить о том, что в современных контрольно-измерительных материалах ГИА по физике экспериментальные умения проверяются в недостаточной мере. Поэтому актуальной проблемой является разработка инструментария для оценки экспериментальных умений в тематическом контроле или промежуточной аттестации. Такой инструментарий должен в полной мере отражать требования ФГОС и Примерной основной образовательной программы основно-

го общего образования к формированию этой группы умений.

Такой инструментарий может содержать группу теоретических заданий, проверяющих сформированность методологических умений. Для основной школы актуальными для такой проверки можно выделить следующую группу умений:

- Различать цели проведения (гипотезу) опыта по его описанию.
- Предлагать порядок проведения опыта или наблюдения в зависимости от поставленной цели (выбор установки).
- Выбирать измерительные приборы и оборудование (по рисункам и фотографиям) для проведения исследования. Знать назначение и схематическое обозначение прибора и правильно составлять схемы его включения в экспериментальную установку.
- Называть назначение отдельных частей экспериментальной установки, или отдельных процедур в проведении опыта.
- Определять цену деления и пределы измерения прибора. Записывать показания приборов с учётом абсолютной погрешности измерения.
- Различать ошибки в ходе проведения опыта, соотносить порядок проведения опыта с проверяемой гипотезой (находить ошибки в ходе опыта).
- Записывать результаты опытов, строить графики по полученным данным.
- Делать выводы по результатам опыта (оценивать соответствие выводов имеющимся экспериментальным данным, определять, достаточно ли экспериментальных данных для формулировки вывода, и т.п.).
- Интерпретировать результаты опытов и наблюдений на основе известных физических явлений, законов, теорий. (Например: анализировать результаты опыта, представленного в виде графика или таблицы.)
- Устанавливать условия применимости физических моделей в предложенных ситуациях.

Рассмотрим несколько моделей заданий, проверяющих отдельные умения. В таблице перед каждым заданием приведено описание модели задания: описание текста задания («Что дано в задании») и описание текста верного ответа («Что нужно определить»).

² Камзеева Е.Е., Демидова М.Ю. Физика. Методические рекомендации по оцениванию выполнения заданий ОГЭ с развёрнутым ответом. — М., 2016

Модель 1

Проверяемое умение: называть назначение отдельных частей экспериментальной установки, или отдельных процедур в проведении опыта	
Что дано в задании	Что нужно определить
– Описание опыта, в котором формулируется проверяемая гипотеза и описываются экспериментальная установка или отдельные процедуры опыта	– Выбрать правильное назначение отдельной части экспериментальной установки или отдельной процедуры опыта из предложенных ответов

Модель 2

Проверяемое умение: различать цели проведения (гипотезу) опыта по его описанию	
Что дано в задании	Что нужно определить
– Описание опыта, в котором без указания проверяемой гипотезы описываются экспериментальная установка или отдельные процедуры опыта	– Выбрать из предложенных ответов правильную формулировку гипотезы, проверяемой данным опытом

Модель 3

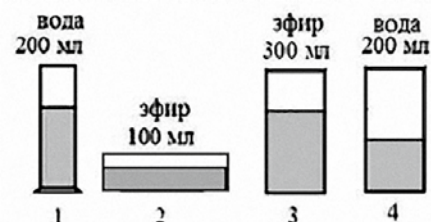
Проверяемое умение: делать выводы по результатам опыта (оценивать соответствие выводов имеющимся экспериментальным данным)	
Что дано в задании	Что нужно определить
– Описание опыта, в котором без указания проверяемой гипотезы описываются экспериментальная установка или отдельные процедуры опыта, а также его результаты	– Выбрать из предложенных ответов правильную формулировку вывода, который соответствует результатам опыта (для задания с выбором ответа базового уровня сложности). – Сформулировать вывод, который соответствует результатам опыта (для задания со свободно-конструируемым ответом повышенного уровня сложности)

Оценка перечисленных умений может базироваться на отдельных заданиях, каждое из которых сформулировано на своём собственном контексте (описывает отдельную ситуацию проведения какого-либо наблюдения или опыта). Но, на наш взгляд, оптимальным подходом будет использование групп заданий, построенных на одном контексте. В этом случае учащимся не придётся переключаться с одной ситуации на другую, что позволит сосредоточиться на одном содержании и проявить весь спектр необходимых умений при выполнении заданий. Ниже приведён пример такой группы заданий.

Пример 1

Прочитайте текст и выполните задания 1 и 2.

Для исследования процесса испарения жидкостей в различные сосуды цилиндрической формы налили воду или эфир различного объёма (см. рисунок). Все сосуды находятся в одном помещении при одинаковых условиях и комнатной температуре.



№ 1. Необходимо проверить гипотезу о том, что скорость испарения жидкости зависит от площади её поверхности. Для каких сосудов необходимо провести сравнительные измерения времени испарения жидкости? Запишите в ответ номера выбранных сосудов.

Ответ: _____ (14)

№ 2. Эфир из сосуда 2 испарился быстрее, чем вода из сосуда 1. Можно ли на основании этого наблюдения сделать вывод о том, что скорость испарения эфира больше скорости испарения воды? Ответ поясните.

Ответ: _____

Экспериментальные задания, используемые в КИМ ОГЭ, мало применимы в рамках тематического контроля, так как не дают возможности оценить динамику формирования отдельных приёмов проведения косвенных измерений или исследований зависимостей физических величин. Кроме того в основной школе необходимо особое внимание

обратить на умение проводить качественные опыты по проверке заданных предположений. В этих опытах не проверяются умения проводить прямые измерения, а используемые измерительные приборы необходимы лишь для фиксации изменения исследуемых величин. Ниже приведён пример одного из таких заданий.

Пример 2

Поставьте опыты, демонстрирующие зависимость силы трения скольжения от веса тела и характера соприкасающихся поверхностей.

Для проведения исследования используется следующее оборудование: брусок с крючком, динамометр с пределом измерения 1Н, два груза, направляющая рейка, лист бумаги.

В бланке ответов для каждого из двух опытов:

1) Запишите, какое предположение проверялось в опыте.
2) Зарисуйте (или опишите) схему проведения опыта по исследованию зависимости силы трения от заданной величины. Укажите, каким образом фиксировалось значение силы трения скольжения.

3) Сделайте вывод о том, зависит ли сила трения скольжения от заданной величины.

Таким образом, измерительные материалы для оценки экспериментальных умений в 7–9-х классах могут состоять из двух блоков заданий:

- 4–5 теоретических заданий по проверке методологических умений (с использованием групп заданий, построенных на одном контексте);

- 2–3 экспериментальных заданий по проверке экспериментальных умений, которые направлены на проверку умения ставить опыты (на качественном уровне), проводить прямые измерения, проводить исследование

зависимости одной физической величины от другой и проводить косвенные измерения. При этом прямые измерения могут проводиться в рамках комплексных заданий по исследованию зависимости или косвенным измерениям, если в них выделяется специальный критерий по оценке умения проводить прямые измерения.

Рассмотренные подходы к отбору содержания и структуре измерительного материала могут использоваться в тематическом контроле или промежуточной аттестации.