

# КОМПЕТЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ задания в естественно-научном образовании



**Марина Демидова,**  
*заведующая отделом естествознания  
Московского института открытого образования,  
председатель федеральной предметной комиссии  
по физике, кандидат педагогических наук*

Страны, стремящиеся построить систему высшего образования по Болонскому типу, рассматривают компетентности как основные критерии подготовленности будущего специалиста к современным быстро изменяющимся условиям труда. Работодатели уже сейчас предпочитают нанимать не узкоспециализированных работников, имеющих лишь конкретные квалификационные навыки, а специалистов, обладающих компетентностью в выбранной сфере деятельности, «которая рассматривается как своего рода коктейль навыков, свойственных каждому индивиду, в котором сочетаются квалификация в строгом смысле этого слова... социальное поведение, способность работать в группе, инициативность и любовь к риску»<sup>1</sup>.

Стремление к использованию компетентностного подхода не оставило

<sup>1</sup> Доклад международной комиссии по образованию, представленный ЮНЕСКО «Образование: скрытое сокровище». М.: ЮНЕСКО, 1997.

в стороне и систему общего образования. Постоянное ускорение темпов развития современного общества приводит к тому, что школа, призванная давать востребованное в реальной жизни образование, сама мало что знает о той будущей жизни, в которой придётся трудиться её нынешним младшеклассникам.

Школьные педагоги интуитивно понимают, что сегодня результатом образовательного процесса должны быть не только привычные академические «знания-умения-навыки», но и какие-то интегральные способы деятельности, позволяющие оценить возможности учащихся использовать эти самые «знания-умения-навыки» не в чётко ограниченном кругу «типовых» учебных задач, а на широком поле «жизненных ситуаций».

При компетентностном подходе эффективность обучения определяется не столько полнотой и систематичностью знаний, сколько способностью учащихся оперировать своим запасом предметных знаний в новых ситуациях, в том числе и при решении проблем, возникающих в жизни. Компетентность здесь не противопоставляется знаниям или умениям,

она включает их в себя, но не путём простого суммирования, а при свободном использовании наиболее эффективного для конкретной ситуации набора из имеющихся в арсенале ученика знаний и умений.

Чтобы определить задачи того или иного учебного предмета (а следовательно, и планируемые результаты обучения) в рамках компетентного подхода, необходимо опираться на фундаментальные цели образования, которые в этом случае соответствуют ключевым компетенциям. В документах ЮНЕСКО эти цели сформулированы следующим образом: «научить получать знания (учить учиться); научить работать и зарабатывать (учение для труда); научить жить (учение для бытия); научить жить вместе (учение для совместной жизни)», что во многом соответствует и целям нашего школьного образования, сформулированным, например, в Государственных стандартах. В рамках общего образования говорят обычно о коммуникативной, социально-правовой, межличностной и других ключевых компетенциях. Например, Дж. Равен в своей работе «Компетентность в современном обществе» приводит следующий список ключевых компетентностей: способность работать самостоятельно без постоянного руководства, брать на себя ответственность по собственной инициативе, проявлять инициативу, не спрашивая, следует ли это делать; осваивать знания по собственной инициативе (т.е. учитывая свой опыт и обратную связь с окружающими), способность уживаться с другими; готовность замечать проблемы и искать пути их решения; умение анализировать новые ситуации, использовать знания для такого анализа; умение принимать решения на основе здравых суждений, т.е. не располагая всем необходимым материалом и не имея возможности обработать информацию математически.

Установка на формирование тех или иных компетенций предполагает изменения во всех составляющих образовательного процесса — целях, содержании, технологиях и оценке результатов. Остановимся на последней составляющей и попробуем проанализировать на примере естественно-научных предметов (и, в частности, физики), на какие способы оценки результатов можно опираться в рам-

ках компетентного подхода. Как правило, в этом случае апеллируют к результатам международного исследования PISA, которое сегодня стало основным ориентиром для конструирования компетентно-ориентированных заданий. В чём столь притягательная сила этих заданий, в чём их отличие от наших предметных тестов?

В рамках международной программы PISA проверялась грамотность чтения, математическая и естественно-научная. Учителя естественно-научного цикла с удивлением узнали, что задания, которые мы отнесли (по содержанию предлагавшихся в них текстов) к естествознанию, были направлены на проверку грамотности чтения. В рамках использования научно-популярных текстов предлагались задания на общую ориентацию в содержании текста и понимание его целостного смысла, выявление информации, интерпретации текста, рефлексии на содержание текста и на его форму.

С точки зрения нашей методики эти умения относятся к общеучебным, и считается, что естественно-научные предметы лишь используют и развивают те умения, которые должны формироваться в рамках преподавания русского языка и литературы. Однако, понимая реалии нашей школы и традиции методики преподавания предметов гуманитарного цикла, вряд ли можно надеяться, что на уроках русского языка педагоги будут учить школьников ориентироваться в научно-популярных текстах и понимать содержащуюся в них информацию. Эта задача дополнительным бременем ложится на всё уменьшающееся учебное время естественно-научных предметов, но при любых условиях должна быть отражена как в методике их преподавания, так и в измерительных материалах, в том числе и компетентно-ориентированного характера.

Естественно-научная грамотность в рамках международного исследования PISA характеризуется четырьмя составляющими:

- 1) контекст (личностный, социальный, глобальный), т.е. те жизненные ситуации, которые можно рассматривать с точки зрения науки;
- 2) знаниевый компонент, в который входят знания об окружающем мире и знания о естественных науках;
- 3) компетентностный компонент, под которым понимают умения применять научные знания в ситуациях жизненного характера;
- 4) аффективный компонент, который оценивает интерес и любознательность к естественным наукам.

В заданиях, проверяющих аффективный компонент, обычно спрашивают: «Насколько интересно вам следующее высказывание?», «Насколько вы согласны со следующим мнением?» и т.п. Задания такого типа нетрадиционны и важны, но их можно использовать лишь в специально организованном исследовании. В рамках же аттестационных процедур или единого госэкзамена использовать их вряд ли целесообразно.

Настоящей «изюминкой» заданий PISA стала первая составляющая — контекст, т.е. та жизненная ситуация, в которой ученику предлагается применить предметные знания и умения. Именно эта «жизненность ситуации», описание которой, в отличие от содержания типовых заданий наших учебников, не выхолощено и не освобождено от информационного шума, создаёт условия применения знаний и умений в новой ситуации.

Вторая и третья из перечисленных выше составляющих — это те самые привычные нам знания и умения, которым мы обучаем и которые формируем. Хотя и здесь есть существенный «перекос» по сравнению с нашими традициями. Ниже перечислены умения, которые проверяются в заданиях международного исследования:

- распознавать вопросы, идеи или проблемы, которые могут быть исследованы научными методами;
- выделять информацию (объекты, факты, экспериментальные данные и т.п.), необходимую для доказательства или подтверждения выводов при научном исследовании;
- делать вывод (заключение) или оценивать уже сделанный вывод с учётом предложенной ситуации;
- демонстрировать коммуникативные умения: аргументированно, чётко и ясно формулировать выводы, доказательства;
- демонстрировать знание и понимание естественно-научных понятий.

Из этого списка видно, что лишь одно из умений — последнее — проверяет «знаниевую компоненту», да и то в непривычном виде, когда необходимо «дать объяснение, прогноз или дополнительную информацию, основанные на понимании естественно-научных понятий или дополнительной информации, не имеющих в задании». Остальные относятся к тем умениям, которые у нас называют обычно исследовательскими или методологическими.

Таким образом, проверка естественно-научной грамотности направлена в первую очередь на оценку двух основных составляющих:

- 1) исследовательских умений, т.е. тех умений, которые отражают понимание способов функционирования науки и её роли в современном мире;
- 2) естественно-научных знаний; но здесь в силу обязательного использования «жизненного» контекста упор делается не на традиционных учебных алгоритмах действий, а на свободном использовании минимальных знаний в максимально различных ситуациях, т.е. на свободном оперировании полученными знаниями в новых ситуациях.

В методике преподавания физики, например, наиболее полезны для адаптации в наших условиях перечисленные ниже типы заданий.

**1. Задания с недостающими данными,** точнее, задания, в которых вместо расчётов или оценок необходим здравый смысл. Например:

«Пётр налил себе в чашку кофе, температура которого была около 90°C, и чашку холодной минеральной воды с температурой около 5°C. Обе чашки одинаковые и объём напитков тоже одинаковый. Температура в комнате, где находился Пётр, была около 20°C. Какой, вероятнее всего, будет температура кофе и минеральной воды через 10 минут?

А) 70°C и 10°C;    С) 70°C и 25°C;  
 В) 90°C и 5°C;    D) 20°C и 20°C».

Хорошо «обученные» дети, не привыкшие видеть в учебных задачах реальную жизнь, тут же вспомнят о том, что напитки должны прийти в тепловое равновесие, и выберут ответ (D). Однако обычный здравый смысл подсказывает, что за 10 минут чашка почти кипящего кофе обычно не остывает до комнатной температуры. Поэтому правильным будет ответ А, как наиболее подходящий для данного случая.

**2. Задания на понимание отдельных элементов** научного исследования: на какой из предложенных вопросов можно ответить при помощи научного исследования, что является объектом исследования, а что вспомогательными средствами для его проведения, как правильно выбрать условия проведения опыта для проверки гипотезы, какую гипотезу проверяет описанный в задании опыт, какие выводы можно сделать на основании описанных в задании результатов исследования?

**3. Задания на оптимальный поиск информации.** Например:

«В следующем высказывании подчёркнуто несколько слов. По прогнозам астрономов в текущем столетии с планеты Нептун можно наблюдать прохождение Сатурна по диску Солнца. Какие три из подчёркнутых слов были бы наиболее полезны при поисках в Интернете или библиотеках, если вам нужно узнать, когда именно может произойти это прохождение?»

Ответ: Сатурн/Нептун/прохождение».

На основании приведённых выше описаний компетентностей и естественно-научной грамотности в понимании международного исследования PISA можно для разработки компетентностно-ориентированных заданий предложить включить в понятие предметной компетентности (по естественно-научным предметам) составляющие естественно-научной грамотности и общеучебные умения по работе с естественно-научной информацией.

Чётко сформулировать основные характеристики предметной компетенции, например, по физике можно только после анализа возможностей учебного предмета в формировании ключевых компетенций. Но поскольку ключевые компетенции общего образования пока в явном виде не сформулированы, на основании анализа существующих у разных авторов «перечней» ключевых компетенций и оценки спектра возможностей физики как учебного предмета мы можем предположить, что компетентностный подход в обучении физике должен быть направлен на то, чтобы научить школьников:

- 1) анализировать ситуации практического характера, распознавать в них знакомые физические явления и применять знания для их объяснения;
- 2) решать задачи, распознавать проблемы, которые можно решить при помощи физических методов, находить адекватную задаче физическую модель, уметь разрешать задачу (проблему) как на основе имеющихся знаний с использованием математического аппарата, так и при недостатке необходимого материала с помощью методов оценки, на качественном уровне или на основе здравого смысла;
- 3) навыкам эффективного поиска информации, понимания физического содержания информации научно-популярного характера в СМИ, перевода информации из одной знаковой системы в другую, умению критически

её оценивать, приёмам определения достоверности информации, использования полученной информации для принятия решений практического характера.

Первый из перечисленных выше пунктов определяет необходимость усилить практическую направленность школьного физического образования. Традиционно материал для школьного курса физики отбирался таким образом, чтобы изучаемые физические явления могли описываться математически (т.е. введены соответствующие величины, законы и формулы), и, следовательно, наиболее подходящими оказывались те элементы физики, которые используют уже знакомый ученикам математический аппарат. Такой подход резко ограничивает число изучаемых в школе физических явлений за счёт необходимости выделять много времени на усвоение соответствующих формул.

Компетентный подход в преподавании физики может рассматриваться как шаг назад в освоении «объёма формул», но должен стать шагом вперёд в знакомстве с более широким спектром физических явлений. В рамках создания компетентно-ориентированных заданий здесь можно говорить о дальнейшем развитии спектра качественных задач по физике.

Вторая цель достаточно традиционна для российской методики преподавания физики, так как касается формирования умений решать задачи. Но «жизненная ориентированность» проблем и задач в компетентном обучении предполагает введение более широкого класса задач, чем это было принято ранее. В частности, можно говорить:

- о задачах с недостающими данными, которые должны быть предложены самими тестируемыми, исходя из жизненного опыта;
- о классе заданий, которые выполняются методами оценки.

Отметим, что в исследовании PISA под решением проблем понимается класс задач, в которых на каждом этапе необходимо

выбирать один из наиболее эффективных путей (т.е. тот аспект, который у нас рассматривается на уроке информатики при создании алгоритмов). К сожалению, физика практически не предлагает материала для конструирования такого рода заданий, кроме тех, которые будут иметь интегрированный характер и напрямую связаны с проблемами экологии.

Последняя из перечисленных выше задач относится к формированию общеучебных умений, хотя в современных требованиях её можно рассматривать несколько шире: как существенный аспект медиаобразовательной подготовки школьников. Здесь есть основания говорить о необходимости вводить задания, проверяющие различные умения в работе с информацией физического содержания.

Как показывает знакомство с компетентно-ориентированными заданиями, каждый отдельный вопрос, как и при традиционном подходе, проверяет достаточно чёткий и ограниченный круг знаний и умений. Попытка оценить степень предметной компетентности учащихся может быть сделана лишь на основании интегральных характеристик по результатам выполнения достаточно большого числа заданий такого рода.

Охарактеризуем компетентно-ориентированные задания по следующим составляющим:

**1. Контекст.** «Жизненность» тематики — основная отличительная черта компетентно-ориентированных заданий. Это главный «камень преткновения» на пути их разработки и главное основание при попытке измерить предметную компетентность. Содержание предмета «Физика» определяет возможный круг жизненных ситуаций и характер проблем, в рамках которых можно формулировать компетентно-ориентированные задания. К ним относятся:

- 1) познание и объяснение явлений и процессов окружающей действительности,

поддающихся объяснению при помощи физических моделей;

2) знакомство с современными научными исследованиями, расширяющими представления об окружающем мире и ведущие к изменению качества жизни;

3) освоение и использование современной техники и технологий; выполнение роли грамотного потребителя, обеспечение безопасного образа жизни (в рамках использования этой техники и различных технологий).

**2. Содержательная принадлежность.** Здесь имеется в виду тематическая принадлежность к тому или иному разделу школьного курса физики (механика, молекулярная физика и термодинамика, электродинамика, квантовая физика, элементы астрофизики) того понятийного аппарата, который используется при формулировке заданий и необходим для их выполнения.

**3. Деятельностная компонента.** Здесь рассматриваются те виды деятельности, на проверку которых направлено то или иное задание. Комплексный характер компетентностно-ориентированного задания, как правило, требует использования сразу нескольких видов деятельности, относящихся к различным из перечисленных ниже групп.

**3.1. Предметные умения.** Использовать понятийный аппарат школьного курса физики для объяснения явлений и процессов действительности, подбирать адекватную физическую модель для описанного явления, выстраивать собственный алгоритм решения задачи (проблемы), выполнять количественные расчёты с использованием соответствующих формул и законов, применять простейшие оценочные процедуры; решать проблемы (создание собственного алгоритма действий в ситуации множественного выбора с учётом различных ограничивающих условий).

**3.2. Умения работать с информацией физического содержания.** Выделять главную мысль текста или его частей, понимать смысл использованных в тексте физических терминов (понятий, явлений, законов и т.п.); выделять явно заданную в тексте информацию (отвечать на прямые вопросы к содержанию текста); отвечать на вопросы, требующие использования

информации из текста в другой ситуации); переводить информацию из одной знаковой системы в другую (текст, таблица, график, диаграмма, рисунок); сравнивать, классифицировать описанные в тексте объекты; критически оценивать содержание информации, предлагать способы оценки её достоверности.

**3.3. Исследовательские (или методологические) умения.** Различать вопросы, проблемы, которые могут быть решены научными методами, формулировать (различать) цели проведения (гипотезу) описанного опыта или наблюдения; предлагать (выбирать) порядок проведения опыта или наблюдения в зависимости от поставленной цели; выбирать измерительные приборы и оборудование (по рисункам и фотографиям) для исследования; понимать приближённый характер измерений, оценивать абсолютные погрешности прямых измерений; понимать результаты исследований, представленные в виде таблицы, графика; делать выводы (анализировать, объяснять результаты на основе известных физических явлений, законов, теорий) из описанных опытов или наблюдений.

Можно привести примеры введения компетентностно-ориентированных заданий в аттестационные процедуры и диагностические исследования. Так, в существующий уже второй год новый вариант примерных билетов по физике для сдачи экзамена по выбору выпускниками XI(XII) классов школ введены задания на основе научно-популярных текстов и качественные вопросы практико-ориентированного содержания.

Качественные задачи, направленные на объяснение физических явлений в жизни или практическое использование физических знаний, вполне можно отнести к компетентностно-ориентированным заданиям. Здесь используются те явления, которые изучались в рамках школьного курса физики, но предлагаются новые жизненные (практические) ситуации,

в которых наблюдаются эти явления, и необходимо на элементарном уровне применить свой запас знаний.

Приведём несколько примеров таких качественных задач.

1. «Иногда, прикоснувшись к металлической части вращающейся двери в метрополитене, можно получить небольшой электрический разряд между рукой и металлической ручкой. Объясните, как возникает такой разряд. Почему вращающиеся двери в метрополитене или крупных торговых центрах, как правило, имеют большие ручки без заострённых концов?»

2. «Сухое молоко получают путём выпаривания его в сосуде, откуда непрерывно откачивают воздух, причём температура выпаривания намного ниже 100°C. Какие физические закономерности лежат в основе этого процесса?»

3. «Нагретая медицинская банка «присасывается»

к телу человека. Объясните, что происходит, а) когда в банку вносят горящую спичку, б) когда прикладывают банку к телу человека. Как нужно изменить время, в течение которого нагревается воздух в банке, чтобы усилить «присасывающий» эффект банок?»

Практические задания на основе текстов включены в третьи вопросы каждого из билетов и представляют собой сам текст объёмом 200–300 слов и три-четыре вопроса или задания к нему. Все задания к текстам классифицируются как по тем общеучебным умениям, которые востребованы при выполнении задания, так и по предметным умениям в зависимости от типа объекта, описываемого в тексте.

**Общеучебные умения.** Отвечать на вопросы (выполнять задания):

- используя информацию, заданную в тексте в явном виде;
- требующие: сопоставлять информацию из разных частей текста; переводить информацию из одной знаковой системы в другую (из диаграммы в текст, из текста в график и т.д.);

применять информацию из текста в изменённой ситуации; одновременно использовать информацию из текста и запаса знаний.

*Примеры предметных умений.*

Тексты с описанием наблюдения или опыта по одному из разделов школьного курса физики. Задания к текстам могут проверять:

- умение выделить (или сформулировать) гипотезу наблюдения или опыта;
- понимание условий проведения, назначения отдельных частей экспериментальной установки и измерительных приборов;
- умение определить (или сформулировать) выводы.

*Тексты, содержащие информацию о физических факторах*

*загрязнения окружающей среды или их воздействию на живые организмы и человека. Задания к текстам*

- могут проверять:
- понимание смысла физических терминов в тексте;
  - умение оценивать степень влияния описанных в тексте физических факторов на загрязнение окружающей среды;
  - умение выделять возможности обеспечивать безопасность жизнедеятельности при воздействии на человека неблагоприятных факторов.

Поскольку задания на основе текстов предназначены для устного опроса, а условия устной аттестации требуют, чтобы эти задания составляли сами учителя, то критерии оценивания, аналогичные тем, что используются в заданиях с развёрнутыми ответами в письменных тестах, не формулировались. Были предложены лишь общие подходы к оцениванию:

«Задание по работе с текстом оценивается максимальным баллом, если ученик самостоятельно ответил на все поставленные вопросы. Оценка снижается, ес-

ли для ответа на предложенные вопросы понадобились уточняющие комментарии или наводящие вопросы экзаменатора. Ответ считается удовлетворительным, если ученик понимает содержание текста, но отвечает лишь на вопросы, касающиеся информации, заданной в тексте в явном виде».

Лаборатория аттестационных технологий Московского института открытого образования проводит диагностику знаний и умений учащихся по предметам естественно-научного цикла, одна из задач которой — оценить сформированность общеучебных умений (для этого создаются группы заданий с выбором ответа на основе текстов).

Как правило, используются небольшие тексты, соответствующие возрастным особенностям учащихся, и три-четыре задания с выбором ответа к этому тексту. Тексты конструируются таким образом, чтобы их содержание выходило за рамки школьной программы (было новым для учащихся данной возрастной группы), но большая часть использованной в тексте естественно-научной терминологии была им знакома.

Первоначально задания на основе текстов были введены в диагностику знаний по предмету «Окружающий мир» за курс начальной школы и «Природоведение» в 5-м классе, а затем использовались и при итоговом контроле по физике по курсу основной школы.

По физике разрабатываются модели экзамена для выпускников основной школы («малое ЕГЭ»), в рамках которого планируется ввес-

ти в контрольно-измерительные материалы компетентно-ориентированные задания двух типов:

**1)** Задание с развёрнутым ответом: качественный вопрос (задача), который представляет собой:

- описание явления или процесса из жизни. Школьникам необходимо привести цепочку рассуждений, объясняющих, как протекает явление, особенности его свойств и т.п.;
- описание наблюдения или опыта, для которого нужно предложить гипотезу, или гипотезу, для которой нужно предложить правильный выбор экспериментальной установки.

**2)** Задания с выбором ответа на основе текста, выходящего за рамки курса физики основной школы. Задания проверяют общеучебные и методологические умения, контекст, в основном, касающийся пунктов 2 и 3 из перечисленных выше.

Таким образом, компетентно-ориентированные задания постепенно вводятся в практику преподавания естественно-научных предметов, но происходит это, к сожалению, не «снизу» — при создании новых учебников или дидактических материалов, как это должно быть, а «сверху» — в различных мониторинговых и диагностических исследованиях и аттестационных процедурах. **НО**

НИИ школьных технологий организует на базе заказчика

**СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ СЕМИНАРЫ  
ПО ПРОБЛЕМАТИКЕ ОБЩЕСТВЕННОГО УЧАСТИЯ  
В УПРАВЛЕНИИ ОБРАЗОВАНИЕМ**

Тематика, сроки, длительность и контингент слушателей  
согласовываются по телефонам (495) 739-34-11, 972-59-62  
e-mail: narodnoe@narodnoe.org

Руководитель программы — доктор педагогических наук Прутченков Александр Сергеевич