

Моделирование задачной ситуации как основное условие успешности решения учебных физических задач

Исупов, М. В. Моделирование задачной ситуации как условие успешности решения учебных физических задач. [Текст] / М. В. Исупов // Модели и моделирование в методике обучения физике: Материалы докладов республиканской научно-теоретической конференции. – Киров, 2007. – С.18–22. (ISBN 978-5-93825-487-9)

Проверяя решение учебных физических задач, мы можем легко определить уровень понимания учеником изучаемого материала, проанализировать рассуждения. Однако в последнее время с введением в практику российской школы Единого государственного экзамена (ЕГЭ) и других тестов стала увеличиваться роль не столько решения задачи, сколько правильного ответа. А если решающий, читая текст задачи, понял условие задачи не так, как предполагает официальная трактовка, представил не ту ситуацию, которую предполагал автор задачи, то даже при правильных рассуждениях и наличии достаточных фактических знаний будет невозможно получить правильный ответ. Это говорит в первую очередь о том, что, составляя текст задачи, нужно обращать внимание на то, как этот текст в последствии будет понят, расшифрован учеником, можно ли на основании этого текста восстановить заданную задачную ситуацию.

Опрос учащихся Кировского физико-математического лицея показал, что 47% учащихся считают самой сложной задачей задачу с непонятным условием, которое можно трактовать по-разному. Именно с этим связано и то, что 34% опрошенных считают самым сложным при решении физических задач этап осознания условия, анализа текста и построение модели задачной ситуации (здесь более правильно было бы говорить о восстановлении модели задачной ситуации «зашифрованной» в авторском тексте). В то же время 71% учащихся лицея указывают, что данная проблема существенна только при решении задач повышенного уровня сложности. Для сравнения в общеобразовательной школе процент таких учащихся значительно ниже – 23% (всего было опрошено 97 человек из ФМЛ и 56 человек из школ города, обучающихся на заочном отделении лицея). Соответственно для тех, кто не имеет достаточных навыков в решении задач, этап осознания условия оказывается сложным даже при решении стандартных школьных задач.

Таким образом, проблема перевода текста физической задачи в представляемую модель задачной ситуации (т.е. осознание условия и перевод его на язык физических моделей, законов и формул) является достаточно актуальной для большинства учащихся. Однако анализ ряда современных задачников, а также задач Единого Государственного Экзамена ЕГЭ показывает, что составители задач мало внимания уделяют данной проблеме.

Когда автор конструирует учебную физическую задачу, он представляет некоторую реальную (реже идеальную) ситуацию, упрощает ее, а затем переводит в текстовую форму. При этом составителю необходимо смоделировать задачную ситуацию, т.е. нужно идеализировать описанную реальность, выделив наиболее важные объекты, явления и их свойства (характеристики) и абстрагироваться от несущественных в данных условиях. Далее автор построенную в воображении

ситуацию должен перевести в текстовую форму. При этом многоплановая реальность с многообразием объектов, явлений и их свойств описывается конечным числом слов, имеющих достаточно конкретные (или наоборот различные) значения.

Таким образом, задуманное условие «шифруется» (текст задачи обычно содержит меньше слов, чем устное воспроизведение условия) и в дальнейшем требует расшифровки, осознания смысла, заложенного в тексте автором. Эксперимент, проведенный в различных 9 и 11 классах Кировского физико-математического лицея, показал, что при пересказе условия задачи учащиеся часто: а) исключают из текста некоторые фразы, которые, по их мнению, не нужны для понимания условия; б) дополняют текст, домысливая, добавляя недосказанное, с их точки зрения, автором. Такие изменения далеко не всегда бывают осознанными, не вытекают непосредственно из условия, а соответственно чаще приводят к неправильному пониманию условия задачи.

Соответственно, нужно стремиться к тому, чтобы при прочтении текста задачи любой ученик мог воспроизвести исходное авторское условие, чтобы не нужно было домысливать, догадываться, выбирать из возможных вариантов тот, который предполагал автор и т.п. А, следовательно, нужно изучить механизмы восприятия учеником текста задачи, особенности осознания условия и разработать некоторые правила составления текстов задач.

На практике при составлении текстов задач возможны как потери каких-то важных моментов (идей), которые автору задачи кажутся тривиальными (само собой разумеющимися), но не являются таковыми для решающего задачу, так и появление «лишних» слов или слов с очень широким диапазоном смыслов, которые можно понять, истолковать неоднозначно. Данный фактор связан с ограниченностью и модельным характером самого языка. В педагогической практике нередки случаи, когда у ученика (и не только) «не хватает слов» для описания ситуации – понимать понимает, а сказать (подобрать нужные слова) не может, а еще сложнее сказанное записать... При научном подходе к составлению текстов задач необходимо осознавать и учитывать данные факторы как основные источники некорректных условий, а соответственно и ошибочных решений.

Ошибки, возникающие при составлении текстов задач, бывают непреднамеренными и преднамеренными. В первом случае составитель задачи должен понимать возможность появления «подводных камней» при преобразованиях реальности в словесную форму, и учитывать данный фактор для недопущения неверной, некорректной (с возможностью неверного истолкования) формулировки задачи.

Возможны ситуации, когда условие может быть понято неоднозначно. В качестве примера можно привести задачу из части А Единого государственного экзамена 2005 года: «Человек взялся за конец лежащего на земле однородного стержня массой 100 кг и поднял этот конец на высоту 1 м. Какую работу он совершил?». Ученик подал апелляцию, считая, что не дана длина стержня. Апелляция была отклонена, потому что в официальном решении длина не требовалась, так как считалось, что стержень поднимается с земли не полностью. А ученик мысленно поднял стержень на высоту большую длины стержня и не смог решить задачу в рамках построенной модели, хотя она и не противоречила условию. Другой пример с неточным формулированием модели задачной ситуации из школьного задачника:

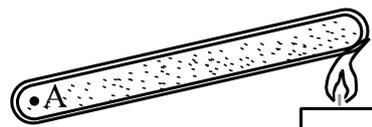
«Тонкая стеклянная трубка опущена одним концом в воду. Как измениться объем воды в трубке при повышении температуры системы?» По логике составителя: трубка тонкая → капилляр → капиллярные явления → с увеличением температуры уменьшается коэффициент поверхностного натяжения → высота столбика воды уменьшается. Но логика решающего может быть иной: «при увеличении температуры жидкости расширяются следовательно высота столбика увеличится» или более точно – « $mg = F_{\text{пов.нат.}} \rightarrow \rho gh \pi r^2 = \sigma 2\pi r \rightarrow$ при увеличении температуры плотность воды уменьшается, следовательно, высота поднятия воды в капилляре увеличивается». Можно учесть еще и тепловое расширение стеклянной трубки. Но рассматриваемые здесь эффекты приводят к различным результатам и при учете всех факторов на вопрос об изменении высоты столбика качественным методом ответ не получить. В таком случае оба решения одинаково неточны, так как используют только одно явление, неправомерно отбрасывая другие (при этом, в варианте учебной физики, не важно как будет меняться высота столбика в реальности).

Подобные задачи большинство учащихся решает правильно, но всегда находятся ученики с нестандартным типом мышления, которые и не могут «расшифровать» стандартные идеи автора. Поэтому для составления корректного условия нужно уточнять модель задачной ситуации, указывая, например, в тексте данной задачи, что тепловым расширением трубки и воды при решении нужно пренебречь.

К непреднамеренным также можно отнести «ошибки», связанные с включением в условие «лишних» слов.

Пример из ЕГЭ 2005 года: «Металлическую трубку очень малого диаметра, запаянную с двух сторон и заполненную газом, нагревают (см. рисунок). Через некоторое время температура газа в точке А повышается. Это можно объяснить передачей энергии от места нагревания в точку А

- 1) в основном путем теплопроводности
- 2) в основном путем конвекции
- 3) в основном путем лучистого теплообмена
- 4) путем теплопроводности, конвекции и лучистого теплообмена в равной мере».



Фраза "трубка очень малого диаметра" может навести на следующие рассуждения: «так как трубка тонкая, то можно пренебречь теплопередачей от трубки к т.А, а вдоль трубки основную роль при теплопередаче играет теплопроводность, более того, в условии сказано что трубка *металлическая*. Но это неправильный ответ, в официальном варианте правильный ответ под номером 3. Данная фраза здесь не несет логической нагрузки, а значит, является «лишней» и может привести к неверным рассуждениям и неправильному ответу.

В случае *преднамеренных* ошибок (бывают и такие) авторы задач не указывают какие-либо моменты, шифруют ряд свойств специальными словами. Для авторов-составителей это нормальный прием, для учащихся же зачастую такой текст вызывает затруднения (эффект неполного условия, недостаточности данных) или приводит к неверной трактовке условия. Например, задача: «Два маленьких одинаковых проводящих шарика подвешены на длинных непроводящих нитях к одному крючку. Шарик заряжены одинаковыми зарядами и находятся на расстояниях 5 см друг от друга. Один из шариков разрядили. Каким стало расстояние между шариками?». При

решении данной задачи, если отбросить все прилагательные (что часто и делается учащимися, как показал эксперимент) и не использовать в частности фразу «*длинные нити*» (откуда идет условие малости углов), то систему полученных уравнений решить не получится.

В таких случаях должны быть выработаны четкие «правила игры» (на данный момент они действуют по умолчанию, ни где не оговорены, о них редко упоминается даже в методической литературе). Но самое главное, необходимо чтобы эти правила были известны тем, кто решает задачи, их нужно разрабатывать и изучать на уроках.

А правила, в большинстве случаев, достаточно простые: прилагательные (определения) в тексте задачи используются не для художественного украшения текста, а несут большую смысловую нагрузку, обычно уточняя задачную ситуацию, позволяя выбрать или построить модель явления.

Вот наиболее распространенные примеры таких фраз («физического жаргона») – гладкая поверхность, нерастяжимая и невесомая нить, невесомый блок, точечный заряд и др. Однако на практике на такие слова обычно не уделяется должного внимания (тем более что не редко в тексте они отсутствуют, но подразумеваются автором). Ученики, читая условие, часто выпускают эти фразы из внимания и в дальнейшем начинают игнорировать их. И если в таком случае ученикам встречаются нестандартные ситуации (весомая нить, протяженный заряженный объект), то ученики, не обращая внимания на прилагательные, решают задачу стандартно, например, для заряженных шарика и плоскости используют закон Кулона. В то же время роль таких фраз достаточно велика и в некоторых случаях кроме моделирования задачной ситуации они определяют и ведущую идею решения. Например, фраза «теплоизолированный сосуд» дает указание на использование закона сохранения энергии, а фраза «подвижный поршень» предполагает запись условия равновесия поршня и т.п.

В заключении рассмотрим **основные положения**, которые нужно учитывать при составлении учебных физических задач:

1. В тексте задачи должна быть достаточно жестко (без разночтений) определена модель задачной ситуации. То есть все нежелательные для рассмотрения свойства, явления, эффекты нужно исключить из рассмотрения прямым указанием в тексте.
2. Все специальные термины, используемые в задачах, должны быть известны и понятны решающему и служить для уточнения модели задачной ситуации.
3. В тексте не должно быть лишних слов. Все слова, особенно определения, несут смысловую нагрузку и используются не для украшения языка, а для указания элементов идеализации. Именно по таким словам решающий задачу воссоздает модель задачной ситуации.

Таким образом, корректное условие задачи не должно иметь неоднозначных, двусмысленных формулировок. Однако часто двусмысленность не видна сразу и проявляется только при апробации на больших массивах учащихся различного базового уровня. В то же время нужно оговориться, что для разных дидактических целей, преследуемых при решении задачи нужно использовать разные учебные задачи. Так для обучения элементам моделирования и умению решать качественные задачи полезны будут задачи с неопределенным условием с многовариантными моделями и различными вариантами решений и даже ответов. А при написании тестов условия

задач должны быть более определенными без разночтений с достаточно определенной моделью задачной ситуации.

Справедливости ради нужно отметить, что задания ЕГЭ из года в год составляются более грамотно. Если в первых тестах было много задач с неоднозначными условиями, то в 2007 году в задачах ЕГЭ уже более скрупулезно прописаны тонкости задачной ситуации, учтены возможные ошибочные представления в понимании условия, уточнены все специфические фразы («физический жаргон»), чего нельзя сказать о текстах задач в широко используемых школьных задачниках, тем более что их стало выпускаться великое множество.

КОПИРОВАТЬ НЕ РАЗРЕШАЕТСЯ