

УДК 372.853

**СИСТЕМА РАБОТЫ УЧИТЕЛЯ ПО ОБУЧЕНИЮ УЧАЩИХСЯ МЕТОДУ ПОСТРОЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ СИТУАЦИИ ЗАДАЧИ****Тишкова С.А., Стефанова Г.П., Степанович Е.Ю., Коломин В.И.***Астраханский государственный университет, Астрахань, e-mail: svetatish70@mail.ru, stefanowa.galina@yandex.ru, stepekyr1@mail.ru, kolominagu@mail.ru*

В статье описывается система работы учителя по обучению учащихся обобщенному методу построения физической модели ситуации задачи. Применение физических знаний на практике в первую очередь происходит при решении задач. Целью представленного исследования является обсуждение вопросов методики обучения учащихся построению физической модели ситуации, описанной в задачах с практико-ориентированным условием. В федеральном государственном образовательном стандарте по физике для средней школы умение моделировать отнесено к универсальным учебным действиям. Поэтому обучение учащихся моделированию ситуации, описанной в физической задаче, является актуальной проблемой. Работа базируется на деятельностном подходе к обучению физике. Усвоение метода организуется в соответствии с теорией планомерного формирования умственных действий и понятий П.Я. Гальперина и этапами учебного процесса, выделенными Н.Ф. Талызиной. Согласно данной теории действия метода должны быть выделены самими учащимися, каждое действие должно стать предметом усвоения. В публикации раскрыто содержание обобщенного метода построения физической модели ситуации задачи, указаны трудности, которые возникают при выполнении каждого действия метода, показана методика обучения учащихся данному методу. Показана необходимость и возможность обучения школьников данному методу. Приведены преимущества обучения учащихся обобщенному методу построения физической модели при решении задач. Данная методика может быть использована при обучении решению задач по физике не только в школах, но и в средних и высших учебных заведениях.

**Ключевые слова:** обобщенный метод, система работы учителя, решение задач, физическая модель, задача-проблема

**SYSTEM OF THE TEACHER'S WORK IN TEACHING TO STUDENTS THE METHOD OF BUILDING PHYSICAL MODEL OF SITUATION IN PROBLEM-SOLVING****Tishkova S.A., Stefanova G.P., Stepanovich E.Yu., Kolomin V.I.***Astrakhan State University, Astrakhan, e-mail: svetatish70@mail.ru, stefanowa.galina@yandex.ru, stepekyr1@mail.ru, kolominagu@mail.ru*

The article describes a system of teacher's work on teaching the generalized method for building a physical model of the problem situation to students. Physical knowledge is primarily applied in problem solving. The aim of the presented research is to discuss the questions of the methodology for teaching students to build a physical model of the situation described in the tasks with a practice-oriented condition. In the federal state educational standard in physics for high school, the ability to model is attributed to universal educational activities. Therefore, teaching students to model the situation described in a physical problem is an urgent problem. The work is based on the activity approach in teaching physics. The method is learnt in accordance with the theory of systematic formation of mental efforts and notions of P.Ya. Galperin and the educational process stages, defined by N.F. Talyzina. According to this theory, the actions of the method should be highlighted by the students themselves, each action should become the subject of assimilation. The paper details the content of the generalized method for building a physical model of the problem situation, points out some difficulties that arise when passing each stage of the method and shows some techniques for teaching the method to students. The necessity and possibility of teaching this method to schoolchildren is clearly demonstrated. The final part of the paper presents advantages of teaching the generalized method for building a physical model of the problem situation to students. This technique can be used in teaching solving physics problems not only in schools, but also in secondary and higher educational institutions.

**Keywords:** generalized method, teacher's system of work, problem-solving, physical model, case-specific problem

При обучении физике основным дидактическим средством являются физические задачи. Одна из основных целей, сформулированных в образовательном стандарте, состоит в том, что школьники должны научиться решать задачи на применение изученных физических законов, использовать приобретенные знания и умения в практической деятельности и повседневной жизни. В физике, как и в любой науке, законы и явления изучаются на идеализированных

моделях. Например, в механике вводится понятие материальной точки, в молекулярной физике – идеальный газ и т.д. В физических же задачах описываются явления, происходящие в конкретных ситуациях, условие содержит реальные объекты, поэтому необходимо научить учащихся переводить описание физического явления в заданной ситуации на физический язык. Другими словами, нужно научить учащихся заменять объект, о котором идет речь в задаче,

идеализированным объектом, а его свойства, воздействие на него другого объекта, условия, при которых происходит это воздействие, выразить на языке физических величин.

Целью представленного исследования является обсуждение вопросов методики обучения учащихся построению физической модели ситуации, описанной в задачах с практико-ориентированным условием. Анализ задач по физике в существующих сборниках показал, что задач с физическим содержанием недостаточно. Авторы задачников редко предлагают практически значимые задачи (задачи-проблемы), которые побуждают человека применять физические знания в реальной ситуации. Однако в последнее время появляется все больше задач, требующих построения физической модели ситуации. Такие задания даются на олимпиадах по физике различного уровня, предлагаются учащимся и на едином государственном экзамене [1, 2].

#### Материалы и методы исследования

Выделим отличительные признаки задач с практико-ориентированным условием и назовём их задачами-проблемами:

- в тексте задач-проблем описываются конкретные ситуации, в которых протекают физические явления. К таким ситуациям относятся те, которые ученик должен представить и как бы стать соучастником описываемого в тексте события;

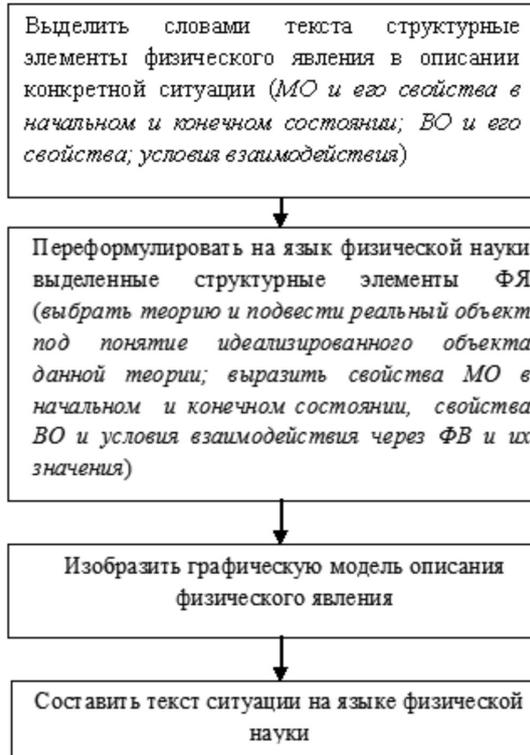
- задача-проблема должна быть значимой для человека. При этом в требовании задачи указывается вопрос, который для человека является жизненным, практически значимым.

Чтобы овладеть деятельностью по созданию физической модели ситуации любой физической задачи-проблемы необходимо выделить содержание этой деятельности в виде логической последовательности обобщенных действий.

Нами разработан обобщенный метод построения физической модели ситуации, который состоит из следующих действий [3] (рисунок).

Действия, входящие в содержание обобщенного метода составления физической модели ситуации задачи, связаны с определенными знаниями и должны быть сформированы у учащихся одновременно с ними, по мере их изучения [4].

Недостаточно просто владеть действиями, входящими в содержание обобщенного метода. Необходимо сделать так, чтобы этот метод стал стилем мышления учащихся, чтобы они руководствовались им при рассмотрении любой конкретной ситуации.



*Блок-схема содержания деятельности построения физической модели ситуации, где МО – материальный объект, ВО – воздействующий объект, ФВ – физические величины*

Обучение школьников этой деятельности будет успешно осуществляться в том случае, если, во-первых, учитель физики сам научится планировать свои действия по построению физической модели ситуации при решении конкретных задач в различных темах школьного курса физики. Во-вторых, будет владеть методикой обучения учащихся обобщенному методу решения задач в конкретных темах курса физики на основе психолого-педагогической теории П.Я. Гальперина [5, 6]. При этом начинать обучение учащихся следует уже в 7 классе, обрабатывая каждое действие в отдельности на специально подобранных для этого задачах-упражнениях, а сам метод должен быть выделен при решении конкретных задач в теме с опорой на обобщенное знание. И возможно это только в 9 классе. После этого показывается образец деятельности и организуется самостоятельная работа учащихся по построению физической модели ситуации при решении конкретных задач в данной теме. Какими же действиями должны овладеть

учащиеся, чтобы успешно моделировать ситуацию задачи? Это выделение структурных элементов физического явления, подведение реального объекта под понятие идеального, выражение свойств объектов и условий их взаимодействия через физические величины, построение графического изображения модели и составление текста задачи на физическом языке.

### Результаты исследования и их обсуждение

Проиллюстрируем все вышесказанное на конкретных примерах. Чтобы научиться выполнять действия, входящие в метод построения физической модели ситуации, необходимо отработать их на задачах-упражнениях, то есть нужно разработать дидактические средства. К каждой системе упражнений составляется программа деятельности вместе с учащимися [7, 8]. Например, необходимо отработать действие, связанное с идеализацией объекта. Для этого необходимо вспомнить следующее знание в соответствующей теме: понятие о материальной точке, идеальном газе и т.д. Виды деятельности, адекватные этому знанию: 1) распознавание реальных объектов, которые можно считать идеальными; 2) распознавание по заданным для конкретной ситуации связям и отношениям между физическими величинами параметров состояния объектов.

Для овладения выделенными действиями можно предложить следующие задачи-упражнения:

**Задание 1.** Установите, можно ли считать материальной точкой выделенное в условии задачи тело.

1. Определяется скорость движения **Земли** по орбите вокруг Солнца.

2. Архимед, по преданию, определил объем **короны** царя Гиерона, погрузив ее в воду.

3. Вычисляют давление **трактора** на грунт.

4. Тренер измеряет время прыжка **спортсмена** с десятиметровой вышки в воду.

5. **Человек** выполняет гимнастические упражнения.

6. **Человек** идет из дома на работу.

Для успешного выполнения этих действий учащимся необходимо дать ориентиры, то есть составить программу деятельности вместе с ними.

#### Карточка-предписание

Материальная точка – это модель движущегося тела, размерами которого можно пренебречь при определенных условиях: 1) тело движется поступательно; 2) размеры тела малы по сравнению с расстоянием, которое оно проходит ( $a/s \leq 10$ ).

Способ выполнения задания:

1. Установите, является ли движение выделенного тела поступательным.

2. Оцените размеры тела ( $a$ ) и расстояние, которое оно проходит ( $s$ ), и сравните их ( $a/s \leq 10$ ).

3. Сделайте вывод.

**Задание 2.** Установите, является ли выделенный в условии задачи газ идеальным.

1. Кислород находится в баллоне вместимостью  $5 \text{ м}^3$  при температуре  $0^\circ\text{C}$  и давлении  $10^5 \text{ Па}$ .

2. Ксенон занимает объем  $2,5 \text{ м}^3$  при температуре  $0^\circ\text{C}$  и давлении  $2 \cdot 10^5 \text{ Па}$ .

3. Воздух в сосуде объемом  $2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$  при температуре  $27^\circ\text{C}$  (молярная масса воздуха  $0,029 \text{ кг/моль}$ ).

#### Карточка-предписание

Идеальный газ – это газ, в котором взаимодействием молекул можно пренебречь, молекулы приняты за материальные точки, упруго сталкивающиеся между собой. Реальный газ можно уподобить идеальному, если его давление  $p \leq 10^5 \text{ Па}$ .

Способ выполнения задания:

1. Выделите реальный газ, указанный в задаче.

2. Установите, обладает ли выделенный газ давлением  $p \leq 10^5 \text{ Па}$ .

3. Сделайте вывод.

Таким образом, используя задачи-упражнения, можно отработать все действия, входящие во второй этап метода построения физической модели ситуации. При этом к моменту введения метода в обобщенном виде учащиеся смогут выполнять действия, связанные с переводом ситуации задачи на язык физической науки. Следующим шагом является выделение метода в обобщенном виде, т.е. проведение методологического этапа, за которым следует этап применения выделенного метода на уроках-практикумах решения задач. Урок-практикум представляет собой урок решения задач-проблем, в условии которых описаны различные физические явления, не относящиеся к какой-либо конкретной теме (комбинированные задачи). При решении таких задач необходимо использовать метод построения физической модели ситуации задачи в обобщенном виде.

Приведем пример этапа составления учащимися физической модели ситуации задачи с опорой на обобщенный метод на уроке-практикуме в 9 классе:

II (преподаватель): Рассмотрим первую задачу. При этом выделяем все действия метода согласно карточке-предписанию и заполняем лист-графарет вместе со мной (таблица).

## Образец заполнения листа-графарета учителем на доске

<b>Задача № 1.</b> Двое туристов, находясь на расстоянии 40 км от базы, должны прибыть на нее одновременно и в кратчайший срок. В распоряжении туристов имеется один велосипед, которым они решили воспользоваться по очереди. Покинув исходный пункт, один из туристов пошел пешком со скоростью 5 км/ч, а другой поехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч. Туристы условились оставлять велосипед в промежутках, между которыми один шел пешком, а другой ехал. С какой средней скоростью будут двигаться туристы?		
Структурные элементы ФЯ	1. Выделить ФЯ в описании конкретной ситуации	2. Переформулировать на язык физической науки выделенное описание ФЯ
1) МО и его свойства в начальном состоянии	Двое туристов, находясь на расстоянии 40 км от базы должны прибыть на нее одновременно и в кратчайший срок. Один из туристов пошел пешком со скоростью 5 км/ч, а другой поехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч	Две материальные точки (М.Т.) начинают прямолинейное равномерное движение к конечному пункту, находящемуся на расстоянии $l = 40$ км. М.Т.1 движется со скоростью $v_1 = 5$ км/ч, М.Т.2 движется со скоростью $v_2 = 15$ км/ч
2) ВО и его свойства	Не указан	Не указан
3) Воздействие и условия взаимодействия	Туристы условились оставлять велосипед в промежутках, между которыми один шел пешком, а другой ехал.	На некотором расстоянии от конечного пункта М.Т.1 стала двигаться со скоростью $v_1 = 15$ км/ч, а М.Т.2 со скоростью $v_2 = 5$ км/ч. Материальные точки обменивались скоростями не один раз
4) МО и его свойства в конечном состоянии	Двое туристов прибыли на базу одновременно и в кратчайший срок.	Две материальные точки прошли расстояние $l = 40$ км за минимальное время со средней скоростью $v_{cp}$ .
3. Построить графическую модель описания ФЯ		
4. Сформулировать условие задачи на языке физической науки	Две материальные точки (М.Т.) начинают прямолинейное равномерное движение к конечному пункту, находящемуся на расстоянии $l = 40$ км. М.Т.1 движется со скоростью $v_1 = 5$ км/ч, М.Т.2 движется со скоростью $v_2 = 15$ км/ч. На некотором расстоянии от конечного пункта М.Т.1 стала двигаться со скоростью $v_1 = 15$ км/ч, а М.Т.2 со скоростью $v_2 = 5$ км/ч. Материальные точки обменивались скоростями не один раз. В итоге они прошли расстояние $l = 40$ км за минимальное время со средней скоростью $v_{cp}$ . Найти среднюю скорость их движения.	

У (ученики): 1. Выделим материальный объект, об изменении состояния которого идет речь, и его свойства в начальном состоянии: Двое туристов, находясь на расстоянии 40 км от базы, должны прибыть на нее одновременно и в кратчайший срок. Один из туристов пошел пешком со скоростью 5 км/ч, а другой поехал на велосипеде со скоростью 15 км/ч. 2. Выделим воздействующий объект: в данной задаче воздействующий объект не указан. 3. Выделим условия взаимодействия: Туристы условились оставлять велосипед в промежутках, между которыми один шел пешком, а другой ехал. 4. Выделим свойства материального объекта в конечном состоянии: Двое туристов прибыли на базу одновременно и в кратчайший срок.

П: Хорошо. Теперь необходимо выразить выделенные структурные элементы физического явления на языке физической науки. Что для этого необходимо сделать?

У: Надо вспомнить, какая теория описывает выделенные физические явления и какие идеализированные объекты используются в этой теории. В этой задаче используется механика. Речь идет о движении материальных точек.

П: Выразим свойства объектов и условия их взаимодействия через физические величины и их значения.

У: 1. М.Т.1 движется со скоростью  $v_1 = 5$  км/ч. 2. М.Т.2 движется со скоростью  $v_2 = 15$  км/ч. 3. Общее расстояние, пройденное материальными точками  $l = 40$  км.

П: Теперь составим графическую модель и переформулируем условие задачи на язык физической науки.

У: (Вспоминают условные обозначения и делают рисунок).

Задача: Две материальные точки (М.Т.) начинают прямолинейное равномерное движение к конечному пункту,

находящемуся на расстоянии  $l = 40$  км. М.Т.1 движется со скоростью  $v_1 = 5$  км/ч, М.Т.2 движется со скоростью  $v_2 = 15$  км/ч. На некотором расстоянии от конечного пункта М.Т.1 стала двигаться со скоростью  $v_1 = 15$  км/ч, а М.Т.2 – со скоростью  $v_2 = 5$  км/ч. Материальные точки обменялись скоростями не один раз. В итоге они прошли расстояние  $l = 40$  км за минимальное время со средней скоростью  $v_{\text{ср}}$ . Найти среднюю скорость их движения.

П: А теперь сделайте то же самое со второй задачей. (При этом учитель проверяет выполнение каждого действия.)

У: (Учащиеся выполняют каждое действие метода, пользуясь карточкой-предписанием, и говорят учителю).

П: Следующие две задачи № 3 и № 4 будем выполнять таким образом. Первый вариант – решает задачу без карточек-предписаний, а второй вариант контролирует по карточкам. Потом меняемся ролями.

У: (Ученики выполняют работу).

П: Следующие задачи № 5, № 6 решаем самостоятельно, проговаривая «про себя» все выполняемые действия. Даю вам 15 мин. После этого вы должны прочитать условие задач на языке физической науки.

У: (Строят физическую модель ситуации задачи).

П: Последнюю задачу выполните на отдельных листочках и сдайте на проверку.

После проведения такого урока данный метод может быть использован при решении любой задачи и в любой теме.

### Заключение

Еще раз подчеркнем: обучение обобщенному методу построения физической модели ситуации задачи происходит поэтапно. Действия, входящие в содержание метода, должны формироваться у учащихся по мере изучения физических знаний, одновременно с ними (знания необходимо перевести в действия). Каждое действие обрабатывается при выполнении задач-упражнений с 7 класса и заканчивается в 9 классе выделением обобщенного метода построения физической модели задачи.

Выделенное обобщенное содержание метода составления физической модели ситуации теперь должно стать предметом усвоения. Сначала учащиеся обучаются только дроблению текста на элементы. Потом переводу всех элементов текста на физический язык.

Таким образом, для решения практически значимых задач школьники должны уметь строить физическую модель ситуации задачи. Овладение методом моделирования ситуации приводит к повышению качества знаний учащихся. При этом формируется их представление о физическом мире и методах его описания.

Наша многолетняя практика показывает, что ученики, обучаясь обобщенному методу решения задач и моделированию ситуации, испытывают большой интерес к физике. При этом создаются условия, в которых учащиеся осознают, что физические знания им пригодятся в жизни.

### Список литературы

1. Солонихина М.В., Одинцова Н.И. Кейс-задачи на уроках физики // Физика в школе. М.: Шк.-Пресс, 2019. № 1. С. 18–26.
2. Демидова М.Ю., Грибов В.А., Гиголо А.И. ЕГЭ. Физика. 1000 задач с ответами и решениями. Издательство: «Экзамен», 2019. 430 с. (Серия «ЕГЭ. Банк заданий»).
3. Стефанова, Г.П., Тишкова С.А. Применение метода построения физической модели ситуации задачи при подготовке школьников к ЕГЭ по физике // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 5. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.science-education.ru/119-14973> (дата обращения: 23.08.2020).
4. Тишкова С.А. Разработка обучающей программы подготовки учащихся к решению задач повышенной сложности // Преподавание физики в высшей школе. Научно-методический журнал. М., 2004. № 29. С. 165–170.
5. Гальперин П.Я. Введение в психологию: учеб. пособие для вузов. М.: Книжный дом «Университет», 2000. 336 с.
6. Сухоруков Д.В., Сорокина Л.А. Активизация познавательной деятельности учащихся образовательных школ // Инновационные проекты и программы в образовании. 2015. С. 38–42.
7. Tianlong Zu, Jeremy Munsell, N. Sanjay Rebello. Comparing retrieval-based practice and peer instruction in physics learning. Physical Review Physics Education Research. 2019. № 15. DOI: 10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.010105.
8. Фещенко Т.С. Искусство обучать: методы и приемы формирования и развития универсальных учебных действий на уроках физики в условиях реализации ФГОС ООО // Физика. Первое сентября. 2016. № 1. С. 22–29.