

IV Международная научно-практическая конференция
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ»

Посох Сергей Владимирович,

учитель физики,
ГБОУ СОШ 551 Кировского района,
г.Санкт-Петербург

**МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБУЧЕНИЯ РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ
НА ОСНОВЕ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ**

Аннотация. В данной работе предлагается способ обучения решению задач, основанный на применении прямо пропорциональной и обратно пропорциональной зависимостей (или несложному приведению к ним) между физическими величинами, описывающими различные физические процессы. В качестве примера приводится вариант разработки той части урока, в которой используется данный способ обучения решению задач по теме «Второй закон Ньютона».

Ключевые слова: методические аспекты, Обучение решению задач, Физические закономерности, Физические законы.

Современные требования к процессу обучения предполагают переход от знаниевой парадигмы к системно-деятельностному подходу. Целью данной работы являлась разработка и апробация новых способов в контексте формирования УУД, лежащих в основе ФГОС нового поколения.

Одним из сложнейших аспектов обучения физике является процесс обучения решению физических задач. Перед всеми учителями всех времён и народов всегда стоял и стоит вопрос: «Как научить решать задачи?» или «Как научить искусству решать задачи?». Научить вообще какому-нибудь искусству невозможно, т.к. это уже вопрос гениальности в той или иной области. А вот вопрос «как научить решению задач» - это уже вопрос преподавания.

В существующей на данный момент педагогической практике каждый учитель в каждом конкретном случае из всего множества известных ему алгоритмов выбирает самый эффективный с его точки зрения и знакомит с ним обучаемых. Этот алгоритм «спускается» учителем «сверху» под лозунгом «чтобы решить задачу, надо...». Затем наступает время отработки алгоритма путём рутинного повторения его применения для решения однотипных (естественно) задач. Процесс отработки требует, во-первых, определённого, а в некоторых случаях значительного времени (что вполне понятно и необходимо), и, во-вторых, внутренней мотивации к подобной деятельности. Попутно «выясняется» необходимость наличия определённых знаний, как в области физики, так и в области математики. В классах с изучением физики на базовом уровне с малым количеством уроков перечисленные проблемы становятся весьма острыми.

IV Международная научно-практическая конференция «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ»

В результате мы приходим к необходимости корректировки собственной деятельности для формирования УУД обучаемых в обеспечение требований ФГОС нового поколения.

В данной работе предлагается способ обучения решению задач, основанный на применении прямо пропорциональной и обратно пропорциональной зависимостей (или несложному приведению к ним) между физическими величинами, описывающими некоторые процессы. Эти зависимости

– либо напрямую вводятся формулировками физических законов (второй закон Ньютона, закон всемирного тяготения, закон Кулона, закон Гука и т.д.)

– либо установлены при описании или изучении физических процессов (как и от чего зависит количество теплоты, необходимое для нагревания тела, плавления вещества; радиус окружности, по которой движется электрический заряд, если влетает в магнитное поле перпендикулярно магнитным линиям и т.д.)

– либо при введении величин, описывающих какие-либо свойства объектов (сопротивление проводника, электроёмкость конденсатора, масса вещества и т.д.)

Этот способ можно применять и при решении задач «на сравнение», в которых указанные зависимости являются не только результатом существующих и выявленных причинно-следственных связей, но и результатом логических рассуждений, основанных на этих причинно-следственных связях.

Такой метод решения задач позволяет:

– сопоставить формулировки закономерностей в вербальном и символьном (математическом) виде и осознать переход от одной формулировки к другой;

– осознать изучаемые закономерности не формально (на уровне формулировки закона), а через их применение при самостоятельном решении конкретных физических задач (то есть, применяя деятельностный подход);

– отработать решение стандартных задач с выбором ответа и задач на соответствие для успешной сдачи ЕГЭ;

– решать задачи, в т.ч. и расчётные без монотонных, утомительных, громоздких, требующих непродуктивных затрат времени математических выкладок;

– организовывать свой индивидуальный образовательный маршрут;

– осуществлять контроль чужой и самоконтроль собственной деятельности, самоанализ собственной деятельности и рефлексии по её результатам;

- в конечном счёте формировать у учащихся УУД, положенные в основу ФГОС, для достижения поставленных перед системой образования целей и задач.

IV Международная научно-практическая конференция «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ»

При подборке заданий необходимо учитывать, что их количество должно быть избыточным и их сложность должна варьироваться. В этом случае каждый учащийся сможет выбрать задания по своим возможностям и желаниям, т.е. организовать свой индивидуальный образовательный маршрут при обучении решению задач.

Очевидно, что использование этих закономерностей при обучении решению задач требует уверенного знания и понимания обучающимися математического определения прямо и обратно пропорциональной зависимостей, что требует,

во-первых, ознакомления обучающихся с этим определением в варианте, необходимом для решения физических задач;

во-вторых, закрепления знаний этих определений как через проверку знаний формулировок, так и через практику решения задач с их использованием.

Ниже приводятся варианты разработок тех частей уроков, в которых используется данный способ обучения решению задач.

В начале части урока, посвящённой решению задач, обучающихся необходимо познакомить с математическим определением понятий «прямо пропорциональная зависимость между величинами» и «обратно пропорциональная зависимость между величинами», желательно под запись. Практика показывает, что обучающиеся трактуют прямо пропорциональную зависимость как «чем больше, тем больше» и как «чем меньше, тем меньше», даже при достаточной проработке этого материала на уроках математики.

Упрощённый, но достаточный для наших задач, вариант определений можно сформулировать следующим образом (как следствие из определения понятий «пропорция», «пропорциональность») [2]:

- величина « a » прямо пропорциональна величине « b », если при увеличении (уменьшении) величины « b » величина « a » увеличивается (уменьшается) во столько же раз. Обозначаем: $a \sim b$. (потребуется для записи решения задачи);

- величина « a » обратно пропорциональна величине « b », если при увеличении (уменьшении) величины « b » величина « a » уменьшается (увеличивается) во столько же раз. Обозначаем: $a \sim 1/b$.

Методика обучения решению задач в случае, когда закономерности вводятся формулировкой физического закона.

Рассмотрим применение метода при обучении решению задач по темам «Второй закон Ньютона» и «Закон всемирного тяготения».

Формулируем второй закон Ньютона. *Ускорение тела, приобретаемое им при взаимодействии прямо пропорционально равнодействующей сил,*

IV Международная научно-практическая конференция «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ»

действующих на данное тело, и обратно пропорционально массе этого тела.

Акцентируем внимание обучающихся на том, что в законе говорится о 2-х закономерностях:

1. прямо пропорциональной зависимости ускорения, приобретаемого телом, от равнодействующей сил, вызывающих ускорение;

2. обратно пропорциональной зависимости ускорения, приобретаемого телом, от массы данного тела.

После этого подробно разбираем сформулированные в законе закономерности сначала по отдельности, а потом в совокупности.

1. *Ускорение тела, приобретаемое им при взаимодействии прямо пропорционально равнодействующей сил.*

Записываем эту закономерность: $a \sim F$.

Приступаем к обучению решения задач. Первую задачу разбираем вместе с обучающимися в фронтально-диалоговом режиме с соответствующими записями на доске. Например,

Задача. *Сила, действующая на тело, увеличилась в 2 раза. Как при этом изменится приобретаемое телом ускорение?*

Решение задачи:

По второму закону Ньютона $a \sim F$.

Т.к. $F \nearrow$ в 2 раза, то и $a \nearrow$ в 2 раза.

Ответ: ускорение тела увеличилось в 2 раза.

Примечание: при записи решения задачи вполне допустимо применить обозначения « \nearrow » (увеличить) и « \searrow » (уменьшить) с целью существенного сокращения записи решения задачи и увеличения количества возможно решённых задач.

Технология организации дальнейшего процесса такова. Учащиеся по желанию по очереди решают задачи на доске. Остальные обучающиеся решают задачи самостоятельно в удобном для них темпе, осуществляя проверку правильности решения как представленного на доске, так и собственного решения. В этом случае у обучающегося есть возможность организации индивидуального образовательного маршрута. Роль учителя в этом процессе сводится к организации учебного процесса и консультированию его участников. Тексты решаемых задач могут быть представлены обучающимся различными способами, например, самый простой и универсальный – на раздаваемых листках. Важно, чтобы количество задач было избыточным.

2. *Ускорение тела, приобретаемое им при взаимодействии, обратно пропорционально массе этого тела.*

Записываем эту закономерность: $a \sim 1/m$.

IV Международная научно-практическая конференция
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ»

Задача. *Масса тела, увеличилась в 2 раза. Как при этом изменится приобретаемое телом ускорение?*

Решение задачи:

По второму закону Ньютона $a \sim 1/m$.

Т.к $m \nearrow$ в 2 раза, то $a \searrow$ в 2 раза.

Ответ: *ускорение тела уменьшилось в 2 раза.*

Дальше – аналогично предыдущей ситуации.

3. Объединяем эти закономерности:

$$a \sim F; a \sim 1/m \Rightarrow a \sim F/m$$

Задача. *Сила, действующая на тело, увеличилась в 3 раза, а масса тела, уменьшилась в 2 раза. Как при этом изменится приобретаемое телом ускорение?*

Решение задачи:

По второму закону Ньютона

1) $a \sim F$ т.к $F \nearrow$ в 3 раза, то и $a \nearrow$ в 3 раза

2) $a \sim 1/m$. т.к $m \searrow$ в 2 раза, то $a \nearrow$ в 2 раза.

Объединяем: т.к. в обоих случаях ускорение уменьшается, то $a \searrow$ в $3 \cdot 2 = 6$ раз

Ответ: *ускорение тела уменьшилось в 6 раз.*

Интересно, если факторы влияют на ускорение разнонаправлено.

Задача. *Сила, действующая на тело, увеличилась в 3 раза, а масса тела, увеличилась в 2 раза. Как при этом изменится приобретаемое телом ускорение?*

Решение задачи:

По второму закону Ньютона:

1) $a \sim F$ т.к $F \nearrow$ в 3 раза, то и $a \nearrow$ в 3 раза

2) $a \sim 1/m$. т.к $m \nearrow$ в 2 раза, то и $a \searrow$ в 2 раза.

Объединяем: Очевидно, что ускорение увеличивается больше, чем уменьшается, поэтому, (это - фраза учителя)

$$a \nearrow \text{ в } 3 \cdot 1/2 = 1,5 \text{ раза}$$

Ответ: *ускорение тела увеличилось в 1,5 раза.*

4. Записываем второй закон Ньютона, используя равенство: $a = F/m$.

Дальше идут комментарии учителя о коэффициенте пропорциональности, сонаправленности векторов ускорения и силы, равнодействующей сил и т.д.

Закон всемирного тяготения. *Два любых тела во Вселенной притягиваются друг к другу с силой прямо пропорциональной произведению масс этих тел и обратно пропорциональной квадрату расстояния между ними.*

В законе говорится о 2-х закономерностях:

1. прямо пропорциональной зависимости силы взаимного притяжения F от произведения масс тел $m_1 \cdot m_2$ ($F \sim m_1 \cdot m_2$) и

IV Международная научно-практическая конференция
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ»

2. обратно пропорциональной зависимости силы взаимного притяжения F от квадрата расстояния между телами R^2 . ($F \sim 1/R^2$).

Дальше следуем той же логике, что и для второго закона Ньютона.

При решении задач в классе вначале необходимо использовать простые задачи, т.е. задачи, в которых изменения исходных величин заданы чётко и без «маскирующих» обстоятельств. Впрочем, подборка заданий, их количество и сложность определяются возможностями обучающихся.

Возможные варианты задач и их решения:

Задача. Как изменится сила взаимного притяжения 2-х тел, если масса одного из тел увеличилась (уменьшилась) в 2 раза?

Решение задачи. По закону всемирного тяготения

$F \sim m_1 \cdot m_2$; $m_1 \nearrow (\searrow)$ в 2 раза $\Rightarrow F \nearrow (\searrow)$ в 2 раза.

Ответ: сила взаимного притяжения 2-х тел увеличилась (уменьшилась) в 2 раза

Задача. Два тела одинаковой массы, находящейся на некотором расстоянии друг от друга, притягиваются с силой F_1 . Какой станет сила притяжения F_2 , если, не изменяя расстояния между телами, половину массы первого тела перенести на второе? [1]

Решение задачи.

1) По закону всемирного тяготения $F \sim m_1 \cdot m_2$

2) Обозначим $m_1 = m_2 = m$

3) Тогда новая масса первого тела станет равной $m - 0,5 \cdot m = 0,5 \cdot m \Rightarrow m_1 \searrow$ в 2 раза $\Rightarrow F \searrow$ в 2 раза

4) Тогда новая масса второго тела станет равной $m + 0,5 \cdot m = 1,5 \cdot m \Rightarrow m_2 \nearrow$ в 1,5 раза $\Rightarrow F \nearrow$ в 1,5 раза

5) $F \nearrow$ в 1,5 раза; $F \searrow$ в 2 раза $\Rightarrow F_2 = F_1 \cdot \frac{3}{2} \cdot \frac{1}{2} = F_1 \cdot 3/4$

Ответ: $F_2 = F_1 \cdot 3/4$

Задача. Во сколько раз уменьшится сила притяжения к Земле космического корабля при его удалении от поверхности Земли на расстояние, равное радиусу Земли? [1]

Решение задачи.

По закону всемирного тяготения $F \sim 1/R^2$

Было $R_1 = R_3$, стало $R_2 = R_3 + R_3 = 2 \cdot R_3 \Rightarrow R \nearrow$ в 2 раза $\Rightarrow F \searrow$ в $2^2 = 4$ раза

Ответ: сила притяжения уменьшится в 4 раза.

Задача. На каком расстоянии от поверхности Земли сила притяжения космического корабля к ней станет в 100 раз меньше, чем на её поверхности?

IV Международная научно-практическая конференция « НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ »

Решение задачи.

$F \searrow$ в 100 раз

По закону всемирного тяготения $F \sim 1/R^2 \Rightarrow R^2 \nearrow$ в 100 раз $\Rightarrow R \nearrow$ в 10 раз
 \Rightarrow было R_3 , стало $10 R_3 \Rightarrow h = 9 R_3$.

Ответ: на расстоянии равном 9 радиусам Земли

Методика обучения решению задач в случае, когда закономерности вводятся при описании процесса.

В качестве примера использования данного метода можно привести задачу на движение заряда, влетающего в магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. При решении этой задачи необходимо выводить формулу для радиуса окружности, по которой будет в этом случае двигаться заряд

$$R = \frac{mv}{|q|B}$$

где: R – радиус окружности, по которой движется заряд,

m – масса движущегося заряда,

v – скорость движущегося заряда,

q – величина движущегося заряда,

B – модуль вектора магнитной индукции поля, в котором движется

заряд.

По современным требованиям ЕГЭ данная формула должна выводиться при выполнении заданий с развёрнутым ответом. Однако есть достаточно большое количество заданий (с выбором ответа, с кратким ответом, на соответствие), которые можно выполнять при понимании сути процесса и существующих при этом закономерностей.

В данной формуле чётко прослеживаются следующие зависимости:

– прямо пропорциональная зависимость R от $(m \cdot v)$,

– обратно пропорциональная зависимость R от $(|q| \cdot B)$.

Указанные зависимости достаточно просто прокомментировать обучающимся с точки зрения фиксирования причинно-следственных связей.

Подобрать задания для отработки данного учебного материала не представляет большого труда. Можно, например, решить такую задачу.

Задача. Протон и α -частица влетают в однородное магнитное поле перпендикулярно линиям магнитной индукции. Сравнить радиусы окружностей, которые описывают частицы, если у них одинаковы скорости движения. Заряд α -частицы в 2 раза больше заряда протона, а масса α -частицы в 4 раза больше массы [1].

Решение задачи.

Очевидно, что v и u в обеих ситуациях одинаковы, поэтому

**IV Международная научно-практическая конференция
« НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ »**

1. $R \sim m; m_\alpha > m_p$ в 4 раза $\Rightarrow R_\alpha > R_p$ в 4 раза
2. $R \sim 1/|q|; |q_\alpha| > |q_p|$ в 2 раза $\Rightarrow R_\alpha < R_p$ в 2 раза
3. В итоге $R_\alpha > R_p$ в $4 \cdot 1/2 = 2$ раза

Ответ: радиус окружности, которую описывает α -частица, в 2 раза больше.

Методика решения задач в случае, когда закономерности вводятся при описании свойств объектов.

При обсуждении такой физической величины как масса тела можно воспользоваться её прямо пропорциональной зависимостью от объёма тела. В процессе обсуждения актуализируется собственный опыт учащихся, а при решении задач можно использовать зависимость объёма тела от его геометрических параметров.

План занятия примерно таков.

Постепенно заполняем таблицу

Масса тела зависит от ... и как ...	
1) объёма тела (прямо пропорционально)	
2) от вещества, из которого сделано тело (?)	

При обсуждении п.2 «проговариваем» факт, заключающийся в том, что тела одинакового объёма, сделанные из разных веществ, имеют разную массу. Приходим к необходимости знать «массу единицы объёма вещества», т.е. его плотность.

Продолжаем обсуждать таблицу – говорим о физических величинах и их обозначении.

Масса тела зависит от ... и как ...	m
1) объёма тела (прямо пропорционально)	V
2) от вещества, из которого сделано тело, т.е. его плотности (прямо пропорционально)	ρ
В итоге	$m = \rho \cdot V$

При этом мы наглядно показываем как прямо пропорциональная зависимость массы тела от его объёма и плотности и вещества, из которого состоит, преобразуется в формулу. Это позволяет по виду формулы судить о той или иной зависимости между величинами, входящими в ту или иную формулу.

Задача. При объёме 2 л жидкость имела массу 1,6 кг. Какую массу будет иметь эта жидкость при объёме 6 л?

Решение задачи:

$m \sim V$; т.к $V \nearrow$ в 3 раза, то $m \nearrow$ в 3 раза и стала равна: $1,6 \text{ кг} \cdot 3 = 4,8 \text{ кг}$.

Ответ: масса тела стала равна 4,8 кг.

IV Международная научно-практическая конференция «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ»

В процессе обсуждения возможна актуализация собственного опыта обучающихся, а при решении задач можно использовать зависимость объёма тела от его геометрических параметров.

Методика решения задач в случае, когда закономерности вводятся математически, а не физически.

Следует отличать физические закономерности от «чисто» математических зависимостей. К примеру, из закона Ома для участка цепи следует формула (определение величины «электрическое сопротивление»)

$$R = \frac{U}{I}$$

где: R – электрическое сопротивление участка цепи,
 U – напряжение на концах участка цепи,
 I – сила тока в участке цепи.

Данная формула говорит о существовании математических зависимостей:

- прямо пропорциональная зависимость R от U ,
- обратно пропорциональная зависимость R от I .

Однако, физически эти зависимости отсутствуют. Несмотря на этот факт и эти чисто математические зависимости можно использовать при решении некоторых задач (задач «на сравнение»).

Рассмотрим задачу.

Задача. Сила тока в двух разных резисторах одинакова. Напряжение на первом резисторе 20 В, на втором – 10 В. Определить сопротивление второго резистора, если сопротивление 1-го равно 16 Ом.

Решение задачи:

из закона Ома для участка цепи следует, что

$R \sim U$. Т.к $U_1 > U_2$ в 2 раза, то и $R_1 > R_2$ в 2 раза, т.е. $R_2 = R_1 : 2 = 8$ Ом.

Ответ: сопротивление второго резистора равно 8 Ом.

В данной работе представлен способ обучения решению физических задач, основанный на использовании физических закономерностей. Анализ применения данного способа показал его эффективность в процессе наблюдения, что подтверждается результатами обучаемых как при текущем внутреннем контроле, так и при внешнем контроле (результаты ЕГЭ). Представлены возможные примеры решаемых этим способом типов задач для случая введения закономерностей формулировкой физического закона. Даны конкретные рекомендации по организации уроков с использованием данного способа.

Практическая значимость данной работы заключается в возможности применения учителями физики предлагаемого способа обучения решению задач, во-первых, на различных этапах обучения; во-вторых, в классах, учащиеся в которых не обладают достаточными математическими навыками, например,

IV Международная научно-практическая конференция
«НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ: ВЕКТОРЫ РАЗВИТИЯ»

классах гуманитарного профиля; в-третьих, в средней школе при формировании понимания учащимися как теоретических, так и практических представлений о существующих в природе закономерностей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. Рымкевич А.П. Физика. Задачник. 10–11 классы. Пособие для общеобразовательных учреждений. – М.: Дрофа, 2012, - 188.*
- 2. Справочник по элементарной математике, механике и физике, Изд.11–е. – Мн.: Наука и техника, 1971. – 216 с.*