

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ УЧАЩИХСЯ РЕШЕНИЮ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ЗАДАЧ ПО ФИЗИКЕ

Тарасова Н.М.¹, Петрова Р.И.¹

¹ФГАОУ ВО «Северо-Восточный федеральный университет им М.К. Аммосова», Якутск, e-mail: rain72@mail.ru

В данной статье рассмотрена методика обучения учащихся решению качественных экспериментальных задач по физике. Экспериментальные задачи придают абстрактным научным знаниям по физике в представлении учащихся реальный смысл, приближая их к изучению окружающего мира. Формирование умений решать экспериментальные задачи по физике является неотъемлемой частью физического образования, которая способствует повышению интереса обучающихся к предмету, их стремлению самим добывать знания, а также формирует навыки самостоятельной работы учащихся. Для решения экспериментальных задач ученик должен применить не только практические умения, но и теоретические методологические умения. Существует широкий спектр экспериментальных задач, но их можно разделить на качественные, количественные и творческие экспериментальные задачи. Данное исследование нацелено на изучение эффективности применения обобщенных приемов к решению качественных экспериментальных задач. В статье проведена классификация экспериментальных задач, дано определение каждому типу экспериментальных задач и показаны обобщенные приемы решения качественных задач. Приведена методика обучения учащихся решению качественных экспериментальных задач. Проведен анализ результатов педагогического эксперимента статистическими методами. На основе проведенного исследования авторы пришли к выводу об эффективности методики обучения учащихся решению экспериментальных задач по физике, основанной на обобщенных приемах.

Ключевые слова: экспериментальные задачи, классификация экспериментальных задач, обобщенные приемы, вариационные ряды, статистическая гипотеза

TEACHING METHODS OF SOLVING EXPERIMENTAL TASKS IN PHYSICS

Tarasova N.M.¹, Petrova R.I.¹

¹FSAEI of HE «M.K. Ammosov North-Eastern Federal University», Yakutsk, e-mail: rain72@mail.ru

The article reviewed teaching methods of solving experimental tasks in physics. Experimental tasks give real meaning to abstract physics scientific knowledge in students' minds, bringing them to research the world around. Ability to solve experimental tasks in physics is a necessary part of physics education. It helps to raise up students' interest to subject, students' desire to get the knowledge and also generates unsupervised activity skills. To solve experimental tasks student should not only apply practical but also theoretical methodological skills. There is a wide range of experimental tasks but they can be divided into qualitative, quantitative and creative experimental tasks. This research is aimed at studying of effectiveness of using generalized methods of solving qualitative experimental tasks. The article classified experimental tasks, gave definition for each type of experimental task and framed generalized methods of solving qualitative tasks. Teaching methods of solving qualitative experimental tasks are presented in this article. The findings of analysis of results of pedagogical experiment by using statistical methods are outlined. Based on this study authors came to the conclusion of effectiveness of teaching methods of solving experimental tasks in physics based on generalized methods.

Keywords: experimental tasks, classification of experimental tasks, generalized techniques, variation series, statistical hypothesis

Неотъемлемой частью физического образования является формирование умений решать задачи разного уровня сложности, в том числе и экспериментальные задачи. Особенность экспериментальных задач заключается в том, что абстрактные научные знания по физике в представлении учащихся приобретают реальный смысл, приближая их к изучению окружающего мира. Экспериментальные задачи по физике активизируют внимание обучающихся на уроках, повышают их интерес к предмету, у учащихся появляется

желание самим добывать знания, также формируются навыки самостоятельной работы учащихся.

Решение экспериментальных задач является сложной деятельностью, которую не всегда в полной мере удастся формировать у учащихся. Деятельностный подход в обучении предлагает выделять действия, которые являются общими для частных видов деятельности, их называют обобщенными приемами [1].

Цель исследования: изучить эффективность обобщенных приемов при формировании умений решать качественные экспериментальные задачи по физике.

Материал и методы исследования

Формирование обобщенного приема занимает значительно меньше времени, чем формирование умений решать конкретные экспериментальные задачи, так как спектр таких задач обширный.

Экспериментальные задачи можно классифицировать по трем категориям [2]: 1) качественные экспериментальные задачи; 2) количественные экспериментальные задачи; 3) творческие экспериментальные задачи. Качественные экспериментальные задачи поставлены на конкретной физической установке и не требуют для решения количественных данных и математических расчетов. Количественные задачи требуют решения путем математического расчета данных, полученных экспериментально. Творческие экспериментальные задачи представляют собой модель научной задачи, в которой дается конечная цель, но какие-либо четкие указания, инструкции к достижению цели отсутствуют. Каждая из категорий делится на 2 типа. Качественные задачи можно разделить на 2 типа: тип 1 – экспериментальные задачи на воспроизведение явления в конкретной ситуации, тип 2 – экспериментальные задачи на предсказание результата эксперимента. Типы количественных задач: тип 1 – экспериментальные задачи-упражнения, тип 2 – собственно экспериментальные задачи. Тип 1 творческих задач – экспериментальные задачи на исследование конкретного физического процесса, требующего от ученика самостоятельного поиска метода решения, составления плана исследования с использованием тех приборов и оборудования, которые заранее ему были выданы. Тип 2 творческих задач – задачи-исследования, требующие от ученика самостоятельного поиска пути решения, составления плана исследования, а также выбора приборов и оборудования для достижения цели.

Для решения экспериментальных задач ученик должен применить не только практические, но и методологические умения, к которым относится усвоение теоретических знаний о методах научного познания. Теоретические методологические умения лучше начинать формировать в процессе решения качественной экспериментальной задачи 1-го типа. Целью задачи 1-го типа является воспроизведение явления в конкретной ситуации, для

чего сначала нужно выделить признаки физического явления, затем подобрать приборы и оборудование, составить программу проведения эксперимента и воспроизвести явление. Исходя из этого приведем пример применения обобщенного приема по воспроизведению физических явлений в конкретной ситуации (тип 1 качественной задачи) на основании логической схемы, составленной С.В. Анофриковой и др. [1, 3].

Пример решения качественной экспериментальной задачи 1-го типа

Задача: Установить зависимость расстояния между дифракционными максимумами (минимумами) от вида монохроматической волны (используйте лазер с красными и зелеными лучами).

Шаг 1 – из условия задачи выявляем термин, обозначающий исследуемое физическое явление (*Дифракция световых волн*).

Шаг 2 – даем термину определение (*Дифракция световых волн – явление отклонения световой волны от прямолинейного распространения при прохождении через малые отверстия или огибании волной малых препятствий, в результате которых возникает дифракционный спектр*).

Шаг 3 – из определения физического явления находим его структурные элементы: материальный объект I (МО I); материальный объект II (МО II); условие взаимодействия (УВ); результат взаимодействия (*МО I – световая волна; МО II – малое препятствие; взаимодействие и условие взаимодействия – огибание световой волны малого препятствия; результат – дифракционный спектр*).

Шаг 4 – указываем элементы экспериментальной установки (ЭУ), с помощью которых будем воспроизводить физическое явление: объект исследования (ОИ); воздействующий объект (ВО); индикатор; управляющие элементы (УЭ), с помощью которых ОИ и ВО должны приводиться в контакт (*ОИ – монохроматический параллельный пучок света; ВО – тонкая нить; индикатор – расстояние между максимумами (минимумами) дифракционного спектра; УЭ – элементы, с помощью которых лучи света попадают на тонкую нить, и происходит огибание светом препятствия*).

Шаг 5 – составляем принципиальную схему ЭУ (*Схема: монохроматический параллельный пучок от лазера падает на тонкую нить, огибает и падает на экран в виде дифракционных максимумов и минимумов*).

Шаг 6 – подбираем приборы для ЭУ (*Полупроводниковый лазер с красными лучами, тонкая нить на держателе, линейка, экран*).

Шаг 7 – монтируем ЭУ (*Проводим монтаж ЭУ*).

Шаг 8 – воспроизводим явление (*Проводим эксперимент сначала с лазером с красными лучами, а затем с зелеными лучами, измеряем расстояние между*

дифракционными максимумами).

Шаг 9 – формулируем результат эксперимента (*При изменении источника света изменяется расстояние между дифракционными максимумами (минимумами), расстояние между максимумами спектра красного цвета больше, чем у спектра зеленого цвета*).

Педагогический эксперимент проходил среди учащихся 11-го класса (24 человек) на базе МОБУ «Технический лицей Н.А. Алексеевой» г. Якутска Республики Саха (Якутия). Было проведено 10 экспериментальных уроков, тематический план которых приведен в таблице 1.

Таблица 1

Тематическое планирование

№	Тема урока	Цель урока	Содержание урока
1	Вводное занятие	Входной контроль знаний и умений решать качественные экспериментальные задачи	Учащиеся решают ряд качественных экспериментальных задач
2	Определение физического явления	Формировать умения: – указать из условия задачи термин, обозначающий название физического явления; – дать определение данному термину	Учащимся предлагается ряд задач, в которых они должны указать термин физического явления и дать его определение
3	Структурные элементы физического явления	Формировать умение выделять структурные элементы физического явления	В ряде задач из определения физического явления учащиеся должны выделить его структурные элементы: МО I, МО II, УВ и результат взаимодействия
4	Характеристики элементов экспериментальной установки	Формировать умение устанавливать характеристики элементов экспериментальной установки	Учащиеся в задачах указывают характеристики элементов ЭУ для воспроизведения явления
5	Воспроизведение физических явлений	Формировать экспериментальные умения: – составить принципиальную схему; – подобрать приборы; – смонтировать установку; – воспроизвести явление	Учащиеся при решении ряда задач должны: – составить принципиальную схему ЭУ; – подобрать приборы для ЭУ; – смонтировать ЭУ; – воспроизвести явление
6	Промежуточный контроль знаний и умений	Промежуточный контроль знаний и умений по применению обобщенного приема к конкретным задачам	Учащиеся решают ряд качественных экспериментальных задач
7–	Решение качественных	Закрепить умения и навыки	Учащиеся применяют

9	экспериментальных задач с использованием обобщенного приема	решения качественных экспериментальных задач с использованием обобщенного приема	обобщенный прием к конкретным качественным экспериментальным задачам
10	Итоговое занятие	Выходной контроль знаний и умений решать задачи	Учащиеся выполняют контрольную работу

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты педагогического эксперимента проанализировали с использованием методов математического статистического анализа.

Коэффициент полноты выполнения обобщенного приема по решению экспериментальных задач K вычислили, используя методику, предложенную авторами [4]:

$K = \frac{\sum N_i}{N * n} * 100\%$, где N_i – число правильно выполненных действий i -тым учащимся; N – общее число действий; n – число учащихся.

Значения коэффициентов полноты выполнения каждого действия, указанного отдельно по шагам (K_1, K_2, \dots, K_9), приведены в таблице 2.

Таблица 2

Значения коэффициентов полноты выполнения действий (%)

	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5	K_6	K_7	K_8	K_9
Исходный срез	71	0	0	0	50	33	25	38	38
Промежуточный срез	100	71	0	0	50	100	100	75	25
Конечный срез	100	100	88	79	100	100	100	100	100

Сравнение данных трех срезов показало, что в конце обучения учащиеся научились применять обобщенный прием решения к конкретным экспериментальным задачам. В начале обучения учащиеся не могли указать, какое физическое явление описано в условии задачи, затруднялись давать определение физического явления. В процессе обучения трудными оказались операции третьего действия: выделение из определения физического явления двух взаимодействующих объектов, условий их взаимодействия, результата их взаимодействия. Наиболее низкий коэффициент освоения в конце обучения имеет четвертое действие, заключающееся в определении характеристик структурных элементов экспериментальной установки.

Для первичной статистической обработки данных вычислили среднее арифметическое значение \bar{K} , дисперсию D , среднее квадратичное отклонение σ , коэффициент вариации V , а также ошибку средней арифметической m вариационных рядов, значения которых приведены в таблице 3.

Основные характеристики статистического распределения экспериментальных данных

	\bar{K}	D	σ	V	m
Исходный срез	28	63	7,9	28	1,62
Промежуточный срез	58	66	8,1	14	1,66
Итоговый срез	96	49	7,0	7	1,43

Из таблицы 3 видно, что коэффициент полноты выполнения обобщенного приема \bar{K} в конце обучения повысился. В итоговом срезе дисперсия D и среднее квадратичное отклонение σ вариантов уменьшились, что показывает увеличение плотности результатов выборки. Значения коэффициентов вариации V показывают однородность трех выборок, степень однородности выборок к концу обучения увеличивается. По величине ошибки средней арифметической m можно судить о «колеблемости» средней величины коэффициента K . Увеличение плотности и однородности выборок к концу обучения свидетельствует о достижении сравнительно одинаково успешных результатов обучения.

Затем проверили нормальность распределения вариационных рядов, используя гипотезу М.А. Плохинского [5]. Гипотеза гласит: «Если показатели асимметрии A и эксцесса E превышают свои ошибки репрезентативности m_A и m_E в 3 и более раза, то можно говорить о достоверном отличии эмпирических распределений от нормального распределения». Рассчитали показатели асимметрии A и эксцесса E по формулам:

$$A = \frac{\sum(x_i - x_{cp})^3}{n\sigma^3} \quad \text{и} \quad E = \frac{\sum(x_i - x_{cp})^4}{n\sigma^4} - 3$$

и сопоставили с их ошибками репрезентативности m_A и m_E :

$$t_A = \frac{|A|}{m_A}, \text{ где } m_A = \sqrt{\frac{6}{n}}; \quad t_E = \frac{|E|}{m_E}, \text{ где } m_E = 2\sqrt{\frac{6}{n}}$$

Результаты сопоставлений приведены в таблице 4.

Таблица 4

Проверка нормальности эмпирического распределения K

	A	E	m_A	m_E	t_A	t_E
Исходный срез	1,14	-0,17	0,5	1	2,3	0,17
Промежуточный срез	1,05	1,67	0,5	1	2,1	1,67
Итоговый срез	1,41	1,15	0,5	1	2,8	1,15

Результаты расчета, приведенные в таблице 4, доказали, что эмпирическое распределение вариационного ряда близко к нормальному распределению. В связи с этим при статистической обработке данных применяем параметрические методы.

Выдвигаем статистическую нулевую гипотезу H_0 – обучение обобщенному приему решения задач в группе испытуемых в середине обучения и после обучения не дало существенных положительных изменений. Выдвигаем альтернативную гипотезу H_1 – обучение обобщенному приему решения задач в середине обучения и после обучения дало существенные положительные результаты. Мы исследовали одну и ту же группу трижды (до, в середине и после педагогического воздействия), поэтому выборки зависимы между собой. Так как ряды двух выбранных выборок однородны и подчинены нормальному закону, для выявления различий между двумя выборками использовали параметрический параметр - критерий Стьюдента [5]:

$$t_3 = \frac{\bar{d}}{\sigma_d/\sqrt{n}},$$

где \bar{d} – среднее значение разности всех пар показателей; n – число пар наблюдений.

Стандартное отклонение среднего значения разности σ_d рассчитали по формуле:

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum d_i^2 - (\sum d_i)^2/n}{n-1}}.$$

Из таблицы 5 видно, что эмпирические значения критерия t_3 существенно превышают табличный критерий t при всех уровнях значимости.

Таблица 5

Сравнение экспериментальных t_3 и табличного t критериев Стьюдента

t_3 (исходный срез – промежуточный срез)	t_3 (промежуточный срез – конечный срез)	t_3 (исходный срез – конечный срез)	t , при $p = 0,001$
23,7	28,5	89,9	3,76

Заключение

Результаты проведенного эксперимента доказывают эффективность разработанной методики обучения учащихся решению экспериментальных задач по физике с использованием обобщенных приемов. Владение обобщенным приемом помогает учащимся грамотно, осознанно выполнять конкретные действия при решении экспериментальных задач. Достоверность результатов педагогического эксперимента доказана методами математической статистики.

Список литературы

1. Анофрикова С.В. Как найти выход из кризиса образования // Физика. Первое сентября. 2011. № 12. С. 6-7.
2. Тарасова Н.М., Петрова Р.И. Обобщенные приемы решения экспериментальных задач // Синергетика в образовании: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с элементами научной школы (Якутск, 27–28 марта 2018 г.). Киров: Издательство МЦИТО, 2018. С. 12-18.
3. Анофрикова С.В., Крутова И.А., Дергунова О.Ю. Практикум по школьному физическому эксперименту: учебно-методическое пособие. Астрахань: Астраханский государственный университет, Издательский дом «Астраханский университет», 2011. 216 с.
4. Калугина Н.Л., Гиревая Х.Я., Калугин Ю.А., Варламова И.А. Критерии сформированности исследовательских умений студентов технических вузов // Успехи современного естествознания. 2015. № 7. С. 98-101.
5. Нужнова С.В. Применение статистических методов в психолого-педагогических исследованиях: учебное пособие. Троицк: Троицкий филиал Челябинского государственного университета, 2009. 120 с.